واحة الأحساء

دراسة في مواردها المائية وتأثيرها في الاستخدام الريفي للأرض

د. زين العابدين عبد الرحمن رجب

تُعتبَـرُ واحة الأحساء أكبر واحة في شبه الجزيرة العربية وهي من أقدم مراكز الاستقرار البشري والحضاري. وكان يطلق عليها قديماً اسم البحرين، كما كان يطلق هذا الاسم أيضاً على كل السهول المطلة على غرب الخليج العربي من الشمال عند البصرة حتى مشارف عمان جنوبياً (1). ثم أطلق عليها بعد ذلك اسم هجر نسبة إلى مدينة قامت في الواحة ثم اندثرت. وجاء اسم الأحساء لأول مرة منذ نحو ألف سنة ليشمل الواحة بالإضافة إلى السهول العربية المطلة على الخليج (2).

وعندما جاءت التحولات السياسية والاقتصادية المعاصرة، وتعاظمت صناعة استخراج البترول وتجارة تصديره، ظهرت مدن جديدة مهمة في المنطقة، تطل مباشرة على الخليج العربي، مثل الدمام والظهران. ونتج عن ذلك كله تقلص نسبي لدور الأحساء ومدلولها، ليقتصر على الواحة ومساحات من البادية حولها. وهكذا صارت الأحساء الحديثة إمارة تابعة للمنطقة الشرقية. تلك المنطقة التي عاصمتها مدينة الدمام، وتضم ثماني عشرة إمارة(٣).

وكلمة الأحساء أو الحسا تعني توافر المياه في الواحة، فحيثما كان يحفر العربي في أرضها يجد الماء قريباً من سطحها، فيحتسيه ويرتوي. وبالمثل فإن لفظ البحرين جاء بسبب توافر العيون والآبار(٤).

وقد لعبت الأحساء دوراً تاريخياً هاماً بوصفهاحلقة وصل حضارية بين الهند وحوض البحر المتوسط(٥). حيث كانت مركزاً تجارياً مهما ينفتح على الخليج العربي عن طريق ميناء العقير.

وواحة الأحساء اليوم تُعَدُّ أكبر مراكز الثقل السكاني والزراعي في المنطقة الشرقية. حيث يوجد بها أكبر مشروع للري والصرف يعتمد على مياه العيون بالمملكة العربية السعودية. ويسكن الواحة أقل قليلاً من نصف مليون نسمة (٦) يعيشون في أربع مدن فضلاً على ثمان وخمسين قرية(٧). ومدينة الهفهوف عاصمة الأحساء، تقع عند الطرف الجنوبي الغربي من الواحة.

ونظراً للأهمية العظمى للموارد المائية في واحة الأحساء، تلك الموارد المتمثلة في مياهها الجوفية والآبار، فإن هذا البحث يهدف إلى معالجتها من منظور جغرافي وهيدروجيولوجي، والكشف عن تأثيرها في استخدام الأرض بريف الواحة.

موقع الواحة ومساحتها:

واحة الأحساء هي القلب الحي بإمارة الأحساء، تلك الإمارة التي تحيط بها مجموعة من إمارات المنطقة الشرقية. فيحدها من الشمال إمارتا أبقيق وعين دار، ومن الغرب إمارتا العضيلية والحنى، ومن الشرق إمارتا العقير وسلوى. ويحدها من الجنوب إمارة حرض ومن

ورائها توجد رمال الربع الخالي الموحشة .

ولئن كانت إمارة الأحساء تبلغ في المساحة ٩٠٣٠ كيلو متراً مربعاً إلا أن مساحة الواحة نفسها لا تتعدى ٣٠٠ كيلو متر مربع . وتنحصر الواحة فلكيا داخل $\frac{١}{٢}$ درجة فقط من درجات العرض و $\frac{١}{٣}$ درجة أيضاً من درجات الطول . لأنها تقع بين ٢٠َ — ٢٥° و ٤٠َ ٢٥° شمال خط الاستواءو وبين ٤٠َ — ٤٩° و ٥٠َ — ٤٩° شرق جرينتش (٨) .

والواقع أن جملة الأرض الزراعية والقابلة للزراعة بواحة الأحساء لا تزيد كثيراً على ٢٠ ألف هكتار . كما توجد بعض مساحات محيطة من أرض البادية امتد التوسع الزراعي إليها في السنوات الأخيرة بفضل تشجيع الحكومة .

وتتخذ الواحة امتداداً طولياً على محورين الأول صوب الشمال والآخر صوب الشرق ، وذلك على شكل الزاوية القائمة . ويقع رأس الزاوية في الجنوب الغربي من الواحة وعندها توجد مدينة الهفوف العاصمة . وتتناثر القرى الشرقية على طول المحور الشرقي الممتد نحو ١٨ كيلو متراً شرقي الهفوف . وتتسع أراضيه إلى نحو عشرة كيلومترات في بعض المواقع (٩) . بينما تتناثر القرى الشمالية على طول المحور الشمالي الذي يمتد نحو ٣٠ كيلومتراً شمال الهفوف وباتساع متقارب يتراوح بين ثلاثة كيلو مترات في أقصى الشمال وسبعة كيلومترات في الوسط .

وتقع الواحة غرب الخليج العربي بنحو ٧٠ كيلو متراً . وكان ميناء العقير له شأن كبير في الماضي باعتباره نافذة الأحساء على البحر (١٠) . وتحيطها الصحراوات القاحلة برمالها المتحركة التي تهدد الأرض الزراعية . ففي الشرق رمال صحراء الجافورة ، وفي الشمال رمال النفود . أما في الغرب فتظهر كتل جبلية تتخللها الكثبان الرملية ، ومن ورائها في الأفق الغربي البعيد تسود رمال الدهناء . بينما يقود جنوب الأحساء في نهاية المطاف إلى رمال الربع الخالي . شكل رقم (١) و (٢)

والواقع أن واحة الأحساء تكتسب بعض خصائصها المتميزة نتيجة لموقعها بكل أبعاده الفلكية والجغرافية .

فالواحة بحكم الموقع الفلكي والجوار الجغرافي تكون من أشد مناطق المملكة حرارة . وقد أتاح لها الموقع أن تكون قريبة من دول خليجية مجاورة ، كما أنها قريبة من الميناء الرئيسي

بالدمام، وقريبة أيضاً من حقول البترول. وازدادت قرباً من العاصمة الرياض بعد أن نمت شبكة الطرق الممتازة في السنوات الأخيرة، بالإضافة إلى أن الواحة تقع على الخط الحديدي الذي يربط الدمام بالرياض العاصمة.

طبوغرافية الواحة:

تتسم أراضي واحة الأحساء بالاستواء مع الانحدار العام الهادىء صوب الشمال وصوب الشرق. ولذلك كان اتجاه قنوات الري والصرف نحو الشمال مرة ونحو الشرق مرة أخرى.

ويمر خط الكنتور ١٥٠ متراً فوق سطح البحر بجنوب غرب الواحة بينما يمر خط كنتور ١٠٠ متر فوق سطح البحر عند أقصى الشمال الشرقي خارج حدود الأرض الزراعية (١١). شكل رقم(٣)

وتقع منطقة العيون الرئيسية التي تغذي قنوات الري بالمياه عند منسوب ١٤٥ متراً فوق سطح البحر، وذلك بالقطاع الغربي من الواحة (١٢). في حين تتجمع مياه المصارف في منخفض كبير تقع فيه بركة الأصفر في أقصى الشرق خارج الواحة. كما ينصرف بعض مياه الصرف إلى منخفض آخر يقع في أقصى الشمال الشرقي. وهناك منطقة صرف محدودة ثالثة عند الطرف الجنوبي الشرقي خارج الواحة أيضاً.

وتحيط بواحة الأحساء كتل جبلية متناثرة تتركب من الصخور الجيرية والرملية والطينية المارلية. ويتراوح ارتفاعها بين ٢٠٠ و ٢٥٠ متراً فوق سطح البحر. كما تكثر الكثبان الرملية حولها، والتي يتراوح ارتفاعها بين مترين واثنى عشر متراً فوق سطح الأرض المحيطة.

على أنه يلاحظ كثرة الكتل الجبلية المطلة على الجانب الغربي للواحة، وهي تمثل البدايات لحافات هضبة الصمان ومن ورائها توجد رمال الدهناء، ويمكن ذكر الكتل التي على هذا الجانب من الشمال إلى الجنوب وهي برقاء المثلوث شمال مصنع الأسمنت، ثم برقاء الثليم غرب مدينة العيون، وبعدها كتلة برقاء الركبان غرب قرية الوزية، ويبلغ ارتفاعها جميعا نحو ٢٠٠ متر. فوق سطح البحر. أما جبل أبو غنيمة فيقع على المشارف الغربية

للقطاع الواصل بين الهفوف والمبرز. ويكاد يصل ارتفاعه ٢٠٠ متر فوق سطح البحر، وتوجد فوقه الخزانات التي تمد المدينتين بالمياه. وأخيراً ترتفع برقاء ملدة إلى منسوب ٢٣٠ متراً فوق سطح البحر وذلك إلى الجنوب الغربي من الواحة.

أما طبيعة الأرض إلى الجنوب من الواحة فتتسم بالتموج ولا يظهر بها سوى كتل جبلية صغيرة المساحة مثل جبل دخنة وجبل الأربع. وهما يطلان على الطريق بين الأحساء وقطر. ويبلغ منسوب الأول ٢١٥ متراً والثاني ٢٠٠ متر فوق سطح البحر.

وتتميز طبوغرافية الأرض إلى الشرق من الواحة بوجود الكثبان الرملية التي سبق الإشارة إليها، وهي تتحرك فوق أرض تنحدر تدريجياً صوب الخليج العربي وتنتسب إلى صحراء الجافورة. وتظهر بين الكثبان مساحات سبخية منخفضة تتميز بارتفاع نسبة السلت والطين والرطوبة فضلاً على الأملاح. كذلك يمكن أن نميز على هذا الجانب بعض الكتل الجبلية مثل جبل بريقة الشمالي وبريقة الجنوبي. وقد ساعدت هاتان الكتلتان في تنشيط عملية ارساب الرمال التي تحركها الرياح الشمالية ويقدر الخبراء أن أرض الواحة تفقد سنوياً نحو عشرين هكتاراً خصباً تضيع تحت الرمال(٣١)، التي تأتي من حقل الرمال الكبير المجاور لكتلتي بريقة.

والجدير بالذكر أن هناك بعض الكتل الجبلية المحدودة المساحة تقع وسط الأرض الزراعية داخل الواحة، ومن أشهرها جبل قارة. ويرتفع الجبل نحو ٧٠ متراً عن حدائق النخيل المحيطة (٢٠٧ أمتار فوق سطح البحر). وتبلغ مساحته أقل من ٢ كيلو متر مربع(١٤). ويشتهر بوجود الكهوف، ومن ثم فقد أعد للاسترواح والسياحة. شكل رقم(٣).

وهناك كتل أخرى أقل شأناً مثل جبل أبو خصيص وجبل شعبان ويقع الأول شمال شرق جبل القارة، ويقع الثاني بين مدينة الهفوف وقرية الجبيل.

هذا وتوجد هنا وهناك مساحات ترتفع قليلاً عن المنسوب العام للأرض الزراعية وتتسم بأنها رملية أو حصوية أو حجرية جرداء. ومن أمثلتها لسان محيرس الرملي الذي يمتد شمال المبرز. ويتدخل كاسفين باتجاه قرية الشعبة. وهناك منطقة أخرى مماثلة تفصل الأرض

الزراعية للقرى الشرقية عن بساتين النخيل شرق الهفوف وحول قرية بني معن. وهي مساحة شبه مستديرة تقع على حدودها الشرقية قرى الفضول والمنيزلة والشهارين. وبسبب وجود المساحات الجرداء التي تتداخل بالأرض الزراعية، يحلو لبعض الدارسين تسمية واحة الأحساء بصيغة الجمع «واحات الأحساء»، كما قد يسميها آخرون الواحة المزدوجة أو الواحة التوأم(١٥).

مناخ الواحة :

يتأثر مناخ واحة الأحساء بعوامل عديدة لعل أهمها ما يلي :

١ — الموقع الفلكي، فهي تقع شمال مدار السرطان بأقل من درجتين من درجات العرض، ومن ثم كان مناخها مدارياً شديد الحرارة.

٢ — الموقع الجغرافي وقد ترتب عليه الجوار مع الصحارى المحيطة بالواحة، والقرب من الخليج العربي. كذلك التأثر بالكتل الهوائية المدارية القارية من فوق آسيا في الصيف. كما تتأثر الواحة بالكتل الهوائية القطبية القارية والبحرية في الشتاء.

٣ — السطح الهادىء من حول الواحة، فلا توجد جبال عالية. كما أن منسوب الواحة لا يتعدى ١٥٠ متراً فوق سطح البحر. ولذلك كانت الأحساء من أشد جهات المملكة حرارة.

٤ — والمناخ التفصيلي microclimate بالأحساء يتأثر نتيجة وجود الرقعة الزراعية من ناحية فضلاً على تصاعد الأدخنة من حرق الغازات — غير المرغوبة بحقول البترول القريبة من ناحية أخرى(١٦).

والواقع أن السنة تنقسم في الواحة إلى أربعة فصول هي :

- فصل الشتاء ويتضمن خمسة شهور هي نوفمبر (تشرين الثاني) — ديسمبر (كانون الأول) — يناير (كانون الثاني) — فبراير (شباط) — مارس (آذار).
- فصل الربيع ويتضمن شهراً واحداً هو ابريل (نيسان).
- فصل الصيف ويشمل شهور هي مايو (أيّار) — يونيه (حزيران) — يوليه (تمّوز — أغسطس (آب) — سبتمبر (أيلول).

— فصل الخريف وهو عبارة عن شهر واحد هو أكتوبر (تشرين الأول) .

وهذا معناه أن الصيف طويل وهو موسم شديد الحرارة أيضاً وشديد الجفاف . أما الشتاء فهو فصل دافىء إلى بارد نوعاً وهو طويل أيضاً ويتميز بسقوط القليل من الأمطار. بينما يمر الربيع والخريف بسرعة بوصفهما فصلين انتقاليين قصيرين .

ويمكن أن نوجز أهم الخصائص المناخية على النحو التالي بواحة الأحساء : فمن حيث درجة الحرارة ، يلاحظ أن متوسطها السنوي ٢٥°م . ويعد شهر يوليو (تموز) أحر شهور السنة ، وبمتوسط ٩ , ٣٣°م . بينما شهر يناير (كانون الثاني) يعد أقلها حرارة بمتوسط يصل ١ , ١٤°م . وهذا معناه أن المدى الحراري — الفصلي يكاد يصل إلى ٢٠°م . (١٧) .

على أن مقارنة متوسط النهاية الدنيا في قلب الشتاء بمتوسط النهاية العظمى في قلب الصيف تكشف عن المدى المطلق الذي يصل إلى ٢ , ٣٤°م . الأمر الذي يعبر بصدق عن القارية القاسية .

ويلاحظ أن درجة الحرارة قد تصل في قلب الصيف إلى قراءة ٥٠°م في الظل وفي مقابل ذلك يسجل الترمومتر درجة الصفر المئوي في قلب الشتاء . فقد سجل درجة (-٤°م) تحت الصفر يوم ٢٣ ديسمبر (كانون الأول) عام ١٩٧١م (١٨) .

* وفيما يتعلق بالرياح بالأحساء فيلاحظ أنها في معظمها رياح شمالية ، وهي تمثل $\frac{٣}{٤}$ الرياح في الصيف ونحو $\frac{٢}{٣}$ الرياح في الشتاء (١٩) . بينما تظهر الأعاصير الغربية العكسية في الشتاء . وهي تأتي في أعقاب مرور المنخفضات الجوية القادمة من حوض البحر المتوسط نحو الشرق . ويصاحب هذه الأعاصير رخات مطر شتوية محدودة الكمية .

ولئن كانت الرياح الشرقية لا تشكل سوى $\frac{٢}{٣}$ من الرياح في الأحساء إلا أن هبوبها له أهمية خاصة في زيادة نسبة الرطوبة بجو الواحة . وسبب ذلك أنها قادمة من فوق مسطح الخليج العربي .

ويلاحظ أن سرعة الرياح تزيد في الصيف وتقل في الشتاء . كما أن السرعة تنخفض داخل الواحة بسبب حدائق النخيل إلى $\frac{٢}{٣}$ سرعتها التي كانت عليها فوق الأراضي المكشوفة .

* وتشهد الواحة هبوب العواصف التي تثير الرمال وقد تطمر هذه الرمال مساحات من الرقعة الزراعية . وهناك نمطان من العواصف هما :

— النمط الصيفي ويسمى عواصف السموم. وتتمثل في الرياح الشديدة والفجائية القادمة من الجنوب، وتحدث عادة في الربيع وأوائل الصيف. وتأثيرها خطير جداً فقد تقتل المزروعات الحساسة كما تموت بسببها المراعي خارج الواحة.

— أما النمط الشتوي فيتمثل في عواصف رملية قد تظهر في أعقاب زحف الكتل الهوائية القطبية القارية المتجهة نحو شبه الجزيرة العربية، وذلك في قلب الشتاء أو عند نهايته. كما تحدث أيضاً في أعقاب مرور المنخفضات الجوية الشتوية. وقد تنتهي العاصفة الرملية بسقوط أمطار رعدية تغسل وجه الواحة.

* ومن حيث الرطوبة النسبية، فيلاحظ أنها ترتفع في الشتاء بسبب هبوط درجة الحرارة، وقدوم التأثيرات الرطبة الشتوية، ودور الخليج العربي، فضلاً على هدوء سرعة الرياح نسبياً خلال هذا الفصل.

أما في الصيف فيهبط معدل الرطوبة النسبية بسبب شدة الحرارة، وتزايد سرعة الرياح، فضلاً عن سيادة الرياح الشمالية الجافة. ولئن كانت الرطوبة النسبية تبلغ ذروتها خلال يناير (كانون الثاني) (٥, ٨٣٪) فإنها تصل أدناها خلال يوليو (تموز) ٣, ١٥٪. الأمر الذي يعبر عن التناقض الصارخ بين الصيف والشتاء.

* أما التساقط في الأحساء، فيتمثل في المطر، ويمكن أن نضيف إليه الندى والضباب لأهميتهما في المناخات الجافة^(٢٠). ويبلغ المتوسط السنوي لأمطار الواحة ٨, ٧٣مم (١٩٦٩/ ١٩٧٦م). بينما يبلغ متوسط الندى نحو ٥ مم في السنة. ونظام المطر شتوي، شبيه بنظام البحر المتوسط وهو يخضع لدرجة عظمى من التذبذب. كما أنه إعصاري ويتميز بالزخات السريعة والثقيلة. فقد تصل كميته اليومية إلى ٢, ٤٧مم. وكميته السنوية محدودة، الأمر الذي يجعل الواحة تعيش مناخاً صحراوياً بالفعل.

ولئن كان متوسط عدد الأيام الممطرة ٣١ يوماً في السنة فإن شهر مارس (آذار) يختص بسبعة أيام، وستة أيام لأبريل (نيسان)، وخمسة لكل من يناير (كانون الثاني) وديسمبر (كانون الأول)، بينما يختص فبراير (شباط) بأربعة أيام ممطرة في المتوسط.

والجدول التالي رقم (١) يوضح المطر والندى في واحة الأحساء من حيث الكمية والتوزيع:

جدول رقم (١)

يوضح توزيع المتوسط الشهري لكمية المطر وكمية الندى
وعدد أيامها في الأحساء
(السنوات من ١٩٦٩ / ١٩٧٦م)[٢١]

	المطـــر		النـــدى	
الشهر	متوسط الكمية	عدد الأيام	متوسط الكمية مم	عدد الأيام
يناير (كانون الثاني)	٢٠,٢	٥,٣	٠,٧٢	١٧,٣
فبراير (شباط)	٨,٧	٤,١	٠,٦٣	١٦,٣
مارس (آذار)	١٨,٤	٧,	٠,٢٤	١٧,
أبريل (نيسان)	١٥,٤	٥,٩	٠,٢٦	١٠,٠
مايو (أيار)	١,٥	٢,٠	٠,١٠	٩,٠
يونيو (حزيران)	٠٠	٠٠	٠,٠٦	٧,٠
يوليو (تموز)	٠٠	٠٠	٠,٠٨	٩,٣
أغسطس (آب)	٠٠	٠٠	٠,٢٢	١٥,٣
سبتمبر (أيلول)	٠٠	٠٠	٠,٣١	١٤,٧
أكتوبر (تشرين الأول)	١,٣	٠,٤	٠,٦٦	٢٤,٤
نوفمبر (تشرين الثاني)	١,٢	٠,٩	٠,٦٢	٢٨,٧
ديسمبر (كانون الأول)	٧,١	٥,٠	٠,٦١	١٩,٥
المتوسط السنوي	٧٣,٨	٣٠,٦	٤,٥١	١٧٦,٢

ويتضح من الجدول (١) أن شهر يناير (كانون الثاني) ومارس (آذار) وأبريل (نيسان) هي أوفر الشهور مطراً على الترتيب ثم يليها شهر فبراير (شباط) وديسمبر (كانون الأول). كما يتضح أن الندى يحدث في نحو نصف أيام السنة. وتستفيد من الندى بعض الحشائش الصحراوية في بادية الأحساء.

والجدير بالذكر أن حساب البخر المحتمل Potential Evaporation بطرق مختلفة في الأحساء قد أوضح أن متوسطه السنوي يبلغ ٣٤٧٠مم[٢٢] ويبلغ حده الأقصى في قلب الصيف، وحده الأدنى في الشتاء. وعند مقارنة حجم البخر المحتمل بحجم المطر

(٨,٧٣مم) تتضح قيمة عجز الماء Water Difct بالأحساء. الأمر الذي يعبر عن السمات الصحراوية لمناخها من ناحية مثلما يعبر عن الدور المتفرد لمياهها الجوفية وأهميتها القصوى من ناحية أخرى.

ويفيد الجدول رقم (٢) في توضيح توازن الماء Water Balance على مدار السنة بالأحساء وذلك من وجهة النظر المناخية.

جدول رقم (٢)

يوضح قيم كل من التساقط، والبخر المحتمل، وعجز الماء بالمليمترات بالأحساء

المصدر : (H.A.R.C.; Publ8 Nº 26 PP 35, 39, 52; tables 1, 2 17

الشهر	التساقط	البخرالمحتمل	عجز الماء
يناير (كانون الثاني)	٢١	١٢٠	٩٩
فبراير (شباط)	٩	١٥٠	١٤١
مارس (آذار)	١٩	٢٥٠	٢٣١
أبريل (نيسان)	١٦	٢٧٠	٢٥٤
مايو (أيار)	٠٢	٤٢٠	٤١٨
يونيو (حزيران)	٠٠	٤٨٠	٤٨٠
يوليو (تموز)	٠٠	٥١٠	٥١٠
أغسطس (آب)	٠٠	٤٢٠	٤٢٠
سبتمبر (أيلول)	٠٠	٣١٠	٣١٠
أكتوبر (تشرين الأول)	٠٢	٢٥٠	٢٤٨
نوفمبر (تشرين الثاني)	٠٢	١٧٠	١٦٨
ديسمبر (كانون الأول)	٠٨	١٢٠	١١٢
الجملة السنوية	٧٩	٣٤٧٠	٣٣٩١

ومن الواضح أن عجز الماء الموجود في جميع الشهور ويتضاعف صيفاً. ويبلغ متوسطه السنوي أكثر من ٣٣٩٠مم. الأمر الذي يقطع بالأهمية القصوى للمياه الجوفية بالأحساء.

جيولوجية الواحة :

من المعروف أن شبه الجزيرة العربية تتكون من وحدتين جيولوجيتين هما الدرع العربي (Arabian Shield) في الغرب والرف العربي (Arabian Shelf) في الشرق . ويتكون الدرع من صخور القاعدة الأساسية Basement Complex النارية والتي تعود إلى ما قبل الكمبري . بينما تكوينات الرف العربي تتركب من إرسابات هائلة بحرية وقارية ، وتنتمي إلى الزمن الباليوزوي وما بعده⁽²³⁾ . وبالطبع فإن الطبقات الرسوبية ترتكز في الأساس على صخور القاعدة الأساسية من تحتها .

وقد تعرضت صخور القاعدة الأساسية في شبه الجزيرة العربية خصوصاً على الجانب الغربي لمعطيات رفع تكوينات صاحبت تكوين الأخدود الأفريقي العظيم . ويشغل البحر الأحمر جزءاً من هذا الأخدود .

وقد ترتب على عملية الرفع في الغرب حدوث ميل للطبقات الرسوبية صوب الشرق . كما نتج عن ذلك تعاظم سمك الطبقات الرسوبية باتجاه الشرق أيضاً . ويقدر هذا السمك بنحو ٥٥٠٠ متر عند واحة الأحساء⁽²⁴⁾ . ويلاحظ كذلك وجود تتابع في حداثة التكوينات كلما اقتربنا من الخليج العربي .

على أن هناك نتيجة بالغة الأهمية ترتبت على ميل الطبقات ، وتتمثل في تحرك المياه الجوفية داخل الطبقات الحاملة لها ناحية الشرق . ومن شأن هذا أن يزيد في ضغط الماء الذي قد يتفجر فوق سطح الأرض في صورة العيون الفوارة بالواحات . بل إن المياه الجوفية تتفجر في قاع الخليج العربي أيضاً⁽²⁵⁾ .

هذا ، وقد تعرضت الطبقات الرسوبية إلى بعض التثني والتموج على الرغم من الاستقرار التكتوني في شبه الجزيرة العربية . وكان السبب هو رد الفعل للحركة الالتوائية بجبال زاجروس في الشرق . وقد لعبت التموجات دوراً هاماً في نظام إرساب التكوينات الأحدث ، وكذلك في تفاصيل التتابع الطبقي ، فضلاً على تأثيرها في حركة المياه الجوفية رأسياً وأفقياً⁽²⁶⁾ .

وتظهر في إقليم الواحة تكوينات جيولوجية مكشوفة على سطح الأرض إلى الزمن الثالث والرابع الجيولوجي . وسوف نتعرض لها الآن ونترك التكوينات التي أسفلها إلى جزء آخر مستقل . وتتمثل التكوينات الجيولوجية المكشوفة فيما يلي :

أ) التكوينات الثلاثية :

وتشمل كل الكتل الجبلية من حول الواحة فضلاً على الكتل البارزة فوق سطح الأرض الزراعية. ويعود تاريخها إلى عصري الميوسين والبلايوسين. ويطلق عليها تكوينات النيوجين. ويبلغ سمكها نحو ١٨٠ مترا.

ولئن كانت هذه التكوينات تظهر في الكتل الجبلية إلاّ أنها تختفي أيضاً تحت التكوينات الرباعية الأحدث. ويغلب على تكوينات النيوجين الصخور الجيرية والجيرية الرملية والمارل الرملي والطفل الجيري فضلاً عن الكونجلومرايت والصوان والمتحجرات البحرية، بالإضافة إلى الطباشير والغرين.

والواقع أن التكوينات النيوجين تنقسم فرعياً إلى ثلاثة تكوينات هي من الأقدم إلى الأحدث على النحو التالي :

١ — تكوين الهيدروك :

وصخوره لا تظهر مكشوفة بواحة الأحساء إلا بعيداً عنها بالقرب من أبقيق.

٢ — تكوين الدام :

وتظهر صخوره في قطاعات محدودة بين جبل أم الدلاسيس وبرقاء الركبان في شمال غرب الواحة، وكذلك جنوب جبل غنيمة وجنوب جبل ملدة، فضلاً عن قطاع من الأرض يقع في الشمال.

٣ — تكوين الهفوف :

وهو أحدث تكوينات النيوجين ويعود إلى البليوسين وإليه تنتسب كل الكتل الجبلية بالأحساء. شكل رقم (٤) وسوف يأتي تفصيل خصائص تكوينات النيوجين عند دراسة هيدروجيولوجية الواحة.

ب) التكوينات الرباعية :

وهذه تنتشر على أكبر مساحات الواحة. وقد ترسبت خلال البلايوستوسين الحديث ولا يتعدى سمكها عشرة أمتار (٢٧). وحيثما توجد فإنها تغطي تكوين النيوجين. وتنتمي إلى الرواسب الرباعية تكوينات متنوعة، منها الرواسب السلتية بالأرض الزراعية، ورواسب السبخات الطينية والسلتية فضلاً على الرمال المتحركة بكل صور الكثبان، وكذلك الحصى والحصباء وكل المفتتات الموجودة عند سفوح الكتل البارزة ورواسب الوديان الجافة. والواقع

أن واحة الأحساء تمثل مقعراً جوفياً يحاذي الجانب لثنية الغوار المحدبة (٢٨). وقد نشأت بالمقعر بحيرات عذبة إبان فترات المطر الوفير خلال البلايوستوسين. كما تشير الدراسات المعطية الحديثة إلى أن أساس التربة في الأحساء من أصول فيضية نهرية أيضاً (٢٩).

تربة الواحة *:

تضافرت عوامل كثيرة أثرت في تربة واحة الأحساء، لعل من أهمها طبيعة السطح والتراكيب الجيوليوجية والمناخ الصحرواي، فضلاً عن مياه العيون. وللإنسان دوره المؤثر على التربة في الماضي والحاضر.

ويمكن القول أن تربة الواحة تتميز بعدة خصائص منها أنها تربة رملية وترتفع فيها نسبة كربونات الكالسيوم والأملاح المعدنية وخاصة ملح الطعام. وأجريت أول — دراسة للتربة في الأحساء في عام ١٩٦٤م بواسطة WAKUTI. وأظهرت هذه الدراسة وجود عشرة أنماط من التربة في الأحساء هي كما يلي:

١ — التربة الجيدة الخصوبة وتتميز بأنها رملية طفلية غنية بالدوبال وتوجد بها أجود المزارع في غرب وشرق الواحة وفي الوسط أيضاً. بينما تختفي من شمال الواحة. ومساحتها تعادل أكثر قليلاً من ربع الواحة.

٢ — التربة الجيدة نوعاً، وهي رملية طفلية ذات ملوحة عالية تقع قريبة من النمط الأول ومساحتها نحو $\frac{١}{٨}$ الواحة.

٣ — التربة الملحية ذات الغطاء الملحي وتقع شرقي الواحة وغربها عند أطراف المساحات المزروعة ومساحتها نحو ٧٪ من عموم الواحة.

٤ — التربة الملحية شديدة الجفاف ولا تغطى بقشرة ملحية بسبب الرواسب الرملية.

٥ — التربة الملحية الرطبة نوعاً وهي طفلية ثقيلة شديدة الملوحة.

٦ — التربة الصحراوية الضحلة وهي قريبة من الكتل الجبلية.

٧ — التربة غير الناضجة بالكثبان الرملية.

٨ — التربة الملحية من حول السبخات.

---

* اعتمد الباحث في هذا الجزء على : (WAKUTI, Volume 3 "soil Study," P.P 8 - 34

٩ — التربة الملحية الثقيلة بالسبخات.

١٠ — التربة الثقيلة الملحية المغطاة بمياه البرك والمستنقعات.

وعلى كل حال فإن نصف مساحة الواحة به تربات قابلة للزراعة بشكل اقتصادي. بينما تشغل السبخات والبرك نحو ربع الواحة. أما الربع الباقي فتوجد به أنماط من التربات الملحية والرملية التي لا أمل في استصلاحها بشكل اقتصادي.

هيد روجيولوجية الواحة

إن توافر العيون التي يفيض ماؤها في الأحساء كان السبب المباشر في نشأة الواحة وازدهار الحياة فيها. ولقد نشأت هذه العيون بفعل العمليات الكارستية في التكوينات الجيرية التي تعرضت لعمليات الإذابة (٣٠). كذلك فإن ميل الطبقات الرسوبية الحاملة للمياه نحو الشرق أدى إلى زيادة ضغط المياه الجوفية إلى المستوى البيزومتري. الذي يعلو فوق منسوب العيون. ومن ثم تفيض به وتجري بالحياة إلى باقي أراضي الواحة.

ويمكن تتبع التكوينات الجيولوجية الحاملة للمياه الجوفية بإقليم الأحساء وذلك من الأقدم (الأسفل) إلى الأحدث (الأعلى) على النحو التالي: شكل رقم (٥)

١ — تكوين الوسيع:

يعود تاريخ إرسابه إلى العصر الكرتاسي الأوسط (٣١) ويبلغ سمك رواسبه ٥٨٠ متراً، ويمكن الوصول إليه بالحفر إلى عمق ١٠٥٧ متراً تحت سطح الواحة. ويغلب عليه الحجر الجيري في الطبقات السفلى، بينما يغلب الجير والطفل والطين على الرواسب العليا.

على أن الأمر المهم أن مياه الوسيع شديدة الملوحة بالأحساء ومن ثم فهي لا تصلح للري والزراعة، حيث تصل ملوحتها إلى ٥٠٠٠ جزء في المليون (٣٢). بل إن ملوحتها قد تبلغ ٢٠٠٠٠٠ جزء في المليون قرب الخليج.

٢ — تكوين عرمة:

يرجع تكوين عرمة إلى الكريتاس الأعلى، ويوجد سطح عدم التوافق بينه وبين رواسب

الوسيع من تحته . ويغلب على رواسبه السفلى الحجر الرملي والمارل والدولوميت وهي تبلغ في السمك ١٤٩ متراً . بينما يغلب الجير على رواسبه العليا التي يبلغ سمكها ٢٣٤ متراً . ويمكن الوصول إلى تكوين عرمة تحت سطح الواحة بنحو ٦٧٤ متراً . وتتميز مياه هذا التكوين بأن ملوحتها لا تتعدى ١٠٠٠ جزء في المليون (٣٣) .

وحيث أنَّ آبار الأحساء لم تصل أعماقها إلى هذا المنسوب فإن خزان عرمة يعدُّ واعداً بالخير في المستقبل .

٣ — تكوين أم الرضمة :

تتكون صخوره من رواسب بحرية تعود إلى البال أيوسين والأيوسين المبكر Paleocence Early Eocene ويصل إجمالي سمكها بالأحساء نحو ٣٨٥ متراً وتوجد على عمق ٢٩٠ متراً (٢٤) . ويغلب عليها الحجر الجيري والدولوميت .

على أنه يمكن تمييز ثلاث مجموعات جيولوجية في تكوين أم الرضمة من حيث الحفريات . وتعتبر المجموعة الأولى والثانية أقدمها وترجعان إلى البال أيوسين . بينما تعود المجموعة الثالثة إلى الأيوسين المبكر (٣٥) .

ويلاحظ أن الصخور الجيرية بتكوين أم الرضمة تظهر فيها التجاويف والكهوف الكارستية بكثرة ، ولذلك كانت قدرتها كبيرة على حمل المياه وعلى النفاذية أيضاً . وهناك بالفعل اتصال هيدروليكي بين مياه أم الرضمة ومياه تكوين الدمام والنيوجين .

ويقدر الخبراء أن نحو ١٠٪ من مياه عيون الأحساء تأتي من خزان أم الرضمة (٣٦) وتتراوح ملوحة مياه هذا الخزان بين ٨٧٥ — ١٤٠٠ جزء في المليون . على أن الملوحة تتزايد بزيادة العمق من ناحية وكلما اتجهنا شرقاً أو شمالاً من ناحية أخرى (٣٧) .

٤ — تكوين الرس :

رواسبه من أصل بحري أيضاً ، وتعود إلى عصر الأيوسين . ولا يتعدى سمكها ٤٠ متراً في الأحساء (٣٨) وتتكون رواسبه السفلى من الحجر الجيري والجير الدولوميتي . بينما يغلب على طبقاته الوسطى المارل والجير مع بللورات الجبس أما رواسبه العليا فهي ذات سمك محدود ويغلب عليها الحجر الطباشيري المسامي (٣٩) .

ويلاحظ أن تكـوين الرس قليل الأهمية من النـاحية الهيدرولوجية . وتـوجد رواسبه على عمق ٢٥٧ متراً بالأحساء .

٥ — تكوين الدمام :

ينتسب تكـوين الـدمام إلى عصر الأيوسين، ورواسبه بحريـة الأصل . وتظهـر بشكل متوافق فوق رواسب الرس ⁽٤٠⁾ .

ويمكن أن نميز خمسة أعضاء جيولوجية فيه، وهي من الأقدم إلى الأحدث كما يلي :

* طفل ميدرا الذي يمثل قاعدة التكوين بسمك لا يتعدى ثلاثة أمتار .

* طفل سيلة وسمكه يقل عن سابقه .

* جير فيولينا وهو حجر جيري أسمر اللون لا يتعدى سمكه المتر الواحد .

* تكوين الخبر وهو أهمها جميعاً ويغلب عليه المارل في رواسبه السفلى بينما يغلب الحجر الجيري في طبقاته العليا .

* تكويـن العلاة وهو أحـدث رواسب الدمـام وتتكون رواسبه السفلى مـن المارل الغني بالمخلفـات العضوية بينما رواسبـه العليا تتكون مـن الحجر الجيري الـدولوميتي المسـامي . ويظهر فيها الطباشير أيضاً .

على أنه يلاحظ أن مجمـوع سُمك تكوين الدمام نحو ٧٢ متراً في إقليم الـواحة . ويوجد على عمق ١٨٥ متراً تحت سطح الأرض . ويلاحظ مما تقدم أيضـاً أن صخوره الكربونية هي الغالبة . بينما تظهـر الطبقات الصماء الطفلية أسفل التكوين . ويلعـب هذا الطفل دوراً في عزل مياه خـزان الدمام عن ميـاه أم الرضمة من تحتـه . وعلى الرغم من ذلـك فإن الاتصال المائي قد نشأ بين هذه الخزانات الجوفية بسبب عاملين هما :

— تعرض التكـوينات الكربـونية لفعل التعـرية الكارستيـة خصوصاً في منطقـة العيون بالأحساء .

— ردود الفعل لمحدب الفوار التكتوني وما ترتـب على ذلك من ظهور الشقوق والفوالق وخصوصاً في غرب الواحة ⁽٤١⁾ .

والجدير بالـذكر أن تكـوين الخبر مـن الناحيـة الهيدرولـوجية أكثـر أهمية مـن تكويـن

العلاة(٤٢) . وتتراوح ملوحة مياهه بين ١٠٠٠ و ٢٠٠٠ جزء في المليون . ويتراوح عمقه بين ٢٠٠ و ٣٠٠ متر تحت سطح الواحة .

وتستخدم مياه الخبر في الزراعة ومياه الشرب بالواحة إلا أنها تزداد ملوحة في أقصى الشرق وأقصى الجنوب(٤٣) .

٦ — تكوين النيوجين :

وقد سبق التعرف عليه عند تناول التراكيب الجيولوجية التي تظهر على سطح الأرض بالأحساء . ولكن الذي يعنينا الآن تناول خصائصه الهيدروجيولوجية .

وتعود رواسبه إلى عصري الميوسين والبلايوسين . وسمكها الإجمالي نحو ١٨٥ متراً . وتتألف من ثلاثة تكوينات متميزة هي من الأقدم إلى الأحدث على النحو التالي :

أ) تكوين الهيدروك :

يتألف من رواسب بحرية تعود إلى الميوسين المبكر(٤٤) ويصل أقصى سمكه إلى ٩٠ متراً . ويغلب عليه الحجر الجيري والرملي فضلاً على الطفل والمارل مع رمال طينية مخضرة اللون . كما يظهر به بعض الصوان والجبس(٤٥) .

ب) تكوين الدام :

يغلب على رواسب الدام المارل كما توجد به طبقات الطفل والصلصال فضلاً على الصخور الرملية والجيرية وبعض الأصداف(٤٦) . وهي رواسب بحرية تعود إلى منتصف الميوسين . ويتراوح سمكها بين ٦٠ و ١٠٠ متر في الأحساء .

وتظهر رواسب الدام فوق سطح الأرض في بعض مساحات الأحساء الغربية وسبق ذكرها عند استعراض التراكيب الجيولوجية السطحية .

جـ) تكوين الهفوف :

وهو أحدث رواسب النيوجين وتاريخه الجيولوجي يعود إلى عصري الميوسين المتأخر والبلايوسن . والجدير بالذكر أنه من الرواسب القارية . ويتنوع سمكه من منطقة لأخرى . على أنه يبلغ ٩٥ متراً غربي مدينة الهفوف(٤٧) وقد سبق ذكر توزيعه الجغرافي .

على أنه يلاحظ أن رواسب الهفوف قد تعرضت لكل صور التعرية خصوصاً التعرية الشاطئية البحرية (٤٨) وأعقبها التعرية النهرية إبان الفترات الرطبة في أواخر البلايوسين والبلايوستوسين. وتكثر الظواهر الكارستية في صخوره الجيرية حيث تكونت الكهوف والأنفاق والفتحات Shafts الرأسية منها الأودية القصيرة جداً التي تقطع الكتل البارزة، فضلاً على المدرجات الواضحة على طول أكتاف هذه الكتل (٤٩) كما لعبت التعرية الهوائية دوراً مؤثراً عندما حل الجفاف في أواخر البلايوستوسين الحديث.

ويعدُّ خزان النيوجين المصدر الرئيسي للمياه الجوفية بالأحساء ونسبة الأملاح في هذه المياه نحو ١٤٠٠ جزء في المليون (٥٠) وتقدر المياه التي تستخرج منه بنحو ٢٢٧ مليون متر مكعب سنوياً . وتستخدم في شئون الري والزراعة ومعظم هذه المياه تأتي من التدفق الطبيعي من العيون، بينما يضخ من هذه الكمية نفسها نحو ٧٠ مليون متر مكعب بالطلمبات. كذلك فإن هناك كميات إضافية تستخرج من مياه تكوين النيوجين وتبلغ نحو ١٥ مليون متر مكعب سنوياً، وهي تخصص لأغراض الاستهلاك المنزلي بقرى الواحة ومدنها (٥١).

والجدير بالذكر أن السنوات الأخيرة قد شهدت هبوطاً في مستوى المياه بخزان النيوجين، ويقدر ذلك ٧١/٢ متر.

ويعزى هذا الهبوط إلى كثافة استخراج المياه من ناحية، وإلى الكميات التي تضيع بالبخر في مناطق السبخات من ناحية أخرى. وتقدر المياه التي تضيع بهذه الطريقة بنحو ١٠٠ مليون متر مكعب سنوياً (٥٢).

موارد المياه بالواحة

تعتمد الواحة على العيون الطبيعية فضلاً عن الآبار الارتوازية وقد أشارت دراسات واكوتي WAKUTI عام ٦٣/ ١٩٦٤م إلى أنه يوجد بإقليم الواحة ٤٩٨ مورداً مائياً جوفياً، تتضمن ١٦٢ عيناً و ٣٣٦ بئراً. ثم أشارت دراسات ايتال كونسلت Italconsult سنة ١٩٦٧م إلى أن عدد تلك الموارد وصل إلى ٩٨٩ مورداً

مائياً منها ١٠٢ عيناً و ٨٨٧ بئراً ارتوازياً (٥٣) .

والواقع أن سنوات الستينيّات الأولى الميلادية قد شهدت توسعا في حفر الآبار داخل الواحة ، الأمر الذي تسبب في نضوب بعض العيون . وعندما اتخذت الحكومة الخطوات التنفيذية لإقامة مشروع الري والصرف بالأحساء فإنها منعت في نفس الوقت حفر المزيد من الآبار داخل الواحة إلاّ للأغراض العامة (٥٤) .

واعتمد المشروع الجديد على الحصول على مياه الري من ٣٢ عيناً فقط وهي أهم عيون وأكبر عيون الواحة . وقد تناولها بالتنظيف والتجهيز الهندسي وربطها بشبكة قنوات الري .

وتقع العيون المشار إليها في نطاق يمتد بين الهفوف — المبرز — المطيرفي ويوجد هذا النطاق غربي الواحة عند منسوب ١٤٥ متراً فوق سطح البحر على شكل مجموعتين هما :

- — المجموعة الأولى وتضم ٢٢ عيناً وتقع داخل محيط لا يتعدى قطرة خمسة كيلو مترات ، وذلك فيما بين مدينة الهفوف وقرية بني معن .
- — المجموعة الثانية ويمكن أن نسميها مجموعة عيون قرية المطيرفي ، وتضم سبع عيون .

أما العيون الثلاث الباقية فإنها تقع مبعثرة فيما بين المجموعتين السابقتين . شكل رقم(٦)

ولعل الجدول رقم (٣) يفيد في توضيح توزيع حجم الإيراد المائي السنوي المستخرج من عيون الأحساء عام ١٩٨٤م وتوزيعه على قنوات الري الرئيسية ، — والعيون التي تزود هذه القنوات بالمياه .

هذا ، ويلاحظ أن المتوسط لحجم المياه المستخرجة من عيون الأحساء الرئيسية

يصل إلى ٢١٠ ملايين متراً مكعباً. وهذه الكمية تأتي إما عن طريق التدفق الطبيعي من العيون، وإمَّا عن طريق محطات الرفع الثلاث (P1, P2, P4) العاملة على عيون (اللويمي — الحويرات الحارة).

على أن هناك مياه ري إضافية أخرى ترفعها بعض الطلمبات الصغيرة الموسمية خلال شهور الصيف. وقد أقامها مشروع الري والصرف بالأحساء لضخ بعض المياه من عيون (الجوهرية — أم سبعة — منصور — باهلة — زمبور)(٥٥).

كذلك فقد اضطرت هيئة المشروع إلى إعادة استخدام بعض مياه الصرف لأغراض الري على الرغم من ارتفاع نسبة الأملاح فيها، والتي تتراوح بين ٣٦٠٠ — ٤٧٣٠ جزءاً في المليون(٥٦) وكان ذلك بسبب النقص الحاد في مياه الري أثناء الصيف خصوصاً في شرق الواحة. وقد أقيمت بالفعل بعض الطلمبات لرفع مياه المصرف D2 ودفعها إلى قناة الري F1. 2 AD التي تروي المزارع القائمة غربي جبل القارة. كما ترفع مياه المصرف نفسه إلى قناة الري F1. AN .1 في غرب مدينة العمران(٥٧).

ولعل الجدول رقم (٤) يوضح جملة مياه الري من جميع المصادر المتاحة بمشروع الأحساء في السنوات الأخيرة.

والجدير بالذكر أن حجم الموارد المائية المتاحة للري في الواقع العملي أكبر من تلك الأرقام الواردة بالجدول رقم (٤). لأن هناك المئات من الآبار الخاصة التي يديرها الأهالي داخل مزارعهم بالواحة، فضلاً عن العشرات من العيون الصغيرة والآبار الفوارة.

جدول رقم (٣)

يوضح توزيع عيون الأحساء التي تمد قنوات الري الرئيسية بالمياه وحجم الإيراد السنوي في عام ١٩٨٤م وحصة كل قناة منه

القناة	جملة التصرفات المائية في السنة		العيون التي تمد كل قناة
	مليون متر مكعب	٪	
F 1	٧٠,٦	٣٤,١	٢١ عينا هي الخدود — حقل — حويرة — أسيمى — أم قريش — أم سيف — جداد — تعاضيد — راسب إمارة أم رامي — بستينات — مشيطية — سابل — جابورية — لويمي — برابر — طالب — بوحاج — أم الليف — مناحة .
F 2	١٤,٤	٧	عين الجوهرية
F 3	٤,٤	٢,١	عين الحارة
F 4	١٩,٩	٩,٦	عين منصور — عين ناصر
F 5	١٣,٥	٦,٣	عين أم سبعة
F 6	٣,٧	١,٨	١عيون : زنبور — أبو ناصر — حجيج — جديد — حويرة .
F 7	١١,٤	٥,٥	عين باهلة
P 1	١٩,٩	٩,٦	بالضخ من عين اللويمي
P 2	١٢,٨	٦,٢	بالضخ من عين الحويرات
P 4	٣٦,٩	١٧,٨	بالضخ من عين الحارة
الجملة السنوية	٢٠٧,٥	١٠٠	٣٢ عيناً

* المصدر : الأبحاث المائية بمشروع الري والصرف فضلاً عن المتابعة الميدانية من الباحث .

* ملاحظة : العيون التي ترفع المضخات منها الماء تزود أيضاً قنوات أخرى بالانسياب الطبيعي .

ويلاحظ أن (P 3) لا توجد داخل المشروع وإنما في منطقة البحرية شمال الهفهوف . بواحة السيفه .

جدول رقم (٤)

يوضح مياه الري المتاحة أمام مشروع الأحساء من كل المصادر في السنوات الأخيرة

السنة	حجم المياه بملايين الأمتر المكعبة
١٩٧٤	٢٢٥
١٩٧٥	٢٢٧
١٩٧٦	٢١٩
١٩٧٧	٢٣٢
١٩٧٨	٢٣٠
١٩٧٩	٢٢٥
١٩٨٠	٢٣٦
١٩٨١	٢٢٩
١٩٨٢	٢١٢
١٩٨٣	٢١٨
١٩٨٤	٢١٥
المتوسط السنوي	٢٢٤,٣

(المصدر : قسم الأبحاث بمشروع الري والصرف بالأحساء)

وتشير أحدث البيانات الرسمية إلى وجود ٥٦٢ بئراً خصوصية، فضلاً عن ١٤٠ بئراً فوارة يستغلها المزارعون بمعرفتهم (٥٨) .

ولكن الأمر المهم أن العيون الصغيرة والآبار الفوارة يتوقف عطاؤها المائي في شهور الصيف، حيث يغيض ماؤها بسبب هبوط منسوب المياه الجوفية بينما تفيض بالماء خلال شهور الشتاء . ولا شك أن هبوط المنسوب خلال الصيف ناتج عن كثافة سحب المياه بوسائل الضخ الميكانيكية . ويصعب الآن حساب كمية المياه التي يسحبها الأهالي عن طريق آبارهم الخاصة بشكل دقيق .

ومهما يكن من أمر فإن طرق استخراج المياه الجوفية تتعدد داخل واحة الأحساء . على أن التدفق الطبيعي من العيون هو أهمها على الإطلاق، لأنه يساهم في المتوسط بنحو ٦٢٪ من جملة مياه الري . بينما تساهم محطات الرفع الثلاث الكبيرة بنسبة ٣٠٪ . في حين تختص الطلمبات الموسمية التي يديرها المشروع صيفاً بنسبة ٥٪ . وأخيراً فإن باقي مياه الري تأتي من ضخ مياه الصرف وهي تعادل ٣٪ .

وبالطبع فإن النسب السابقة تختلف باختلاف فصول السنة . فأثناء الصيف تشتد الحاجة إلى مزيد من مياه الري ومن ثم تتعاظم مساهمات ضخ المياه ويحدث العكس في الشتاء . وعلى كل حال فإن استخراج المياه يصل ذروته خلال شهر يونيو (حزيران) بينما يتدنى إلى أقل قدر خلال شهر فبراير (شباط) من كل سنة . فحجم مياه الري خلال فبراير (شباط) يبلغ ٧ , ١٢ مليون متراً مكعباً ونحو ٢٣ مليوناً خلال شهر يونيو (حزيران)(٥٩) .

ولعل من المناسب دراسة بعض خصائص المياه الجوفية بالواحة وخصوصاً ما يتعلق بعمرها وحرارتها وملوحتها و إمكانات خزانها الجوفي .

عمر مياه الأحساء :

تشير التحاليل التي أجريت على عينات من مياه العيون، أنها في معظمها مياه حفرية قديمة Fossil Water وتختلط بها مياه أحدث لا تتجاوز نسبتها ٥٪ (٦٠) . وتعدُّ مياه الأحساء مزيجاً من هذا الخليط (٦١) .

وقد استخدم الكربون المشع ١٤ في تقدير عمر المياه ببعض العيون الرئيسية وقد جاءت النتائج على النحو الموضح بالجدول رقم (٥).

ويلاحظ على هذه الأعمار أنها تميل إلى القدم باتجاه الشمال، فمياه عيون منطقة الهفوف أحدث نسبياً من مياه العيون القريبة من قرية المطيرفي.

وتأتي معظم مياه العيون من خزان النيوجين الذي يتروح عمر مياهه بين ١٠ — ٢٠ ألف سنة. بينما يتروح عمر مياه الخبر بين ١٥ — ٣٠ ألف سنة. في حين تتروح في أم الرضمة بين ١٧ — ٣٠ ألف سنة (٦٢).

ويلاحظ أن مياه الخبر وأم الرضمة تجد طريقها إلى عيون الأحساء بسبب الاتصال الهيدروليكي مع تكوين النيوجين (٦٣). ويحدث هذا حيثما توجد التصدعات في غرب إقليم الواحة عند محدب الفوار من ناحية، وحيث تكثر الكهوف الكارستية في منطقة العيون من ناحية أخرى.

جدول رقم (٥)

يوضح عمر مياه بعض العيون باستخدام الكربون المشع ١٤ (٦٤)

العين	العمر بالسنوات
الخدود	١٤٤٠٠
الحقل	١٦٠٠٠
الحارة	٢٥٣٥٠
الجوهرية	٢٧٣٠٠
أم سبعة	٢٩٦٠٠

درجة حرارة المياه بالواحة:

إن دراسة درجة حرارة المياه الجوفية لها أهمية خاصة، لأنها تكشف عن مصادر هذه المياه

وعن طبيعة الخزانات التي أتت منها . ويلاحظ أن درجة الحرارة تزداد بزيادة العمق بشكل عام . ويصل المعدل إلى درجة مئوية واحدة لكل ٣٠ متراً (٦٥) .

ولذلك كانت المياه الحارة في العيون دليلاً على أنها آتية من خزانات جوفية عميقة . صحيح أن ارتفاع درجة الحرارة في المياه الجوفية له أسباب طبيعية وهيدروليكية وكيماوية أخرى . إلاّ أن عامل العمق هو أهم تلك الأسباب .

وعند استعراض درجة حرارة مياه العيون بالواحة نلاحظ أن أقلها حرارة هي مجموعة العيون التي تقع بين مدينة الهفوف وقرية بني معن . حيث تتراوح بين ٦ , ٣٠°م عند أقل العيون حرارة ، و ٧ , ٣٢° م عند أكثرها حرارة .

أما مجموعة عيون المطيرفي التي تقع شمال الهفوف بنحو ١٢ كيلو مترا فيلاحظ ارتفاع درجة حرارة مياهها بنحو ٦ درجات أكثر من حرارة المجموعة السابقة . وتتراوح بين ٩ , ٣٤°م عند أقل العيون حرارة و ٧ , ٣٨°م عند أكثرها حرارة .

أما العيون القليلة الباقية والواقعة فيما بين المجموعة الأولى والثانية فتتسم درجة حرارة مياهها بأنها وسط . إذ أنها تتراوح بين ٣ , ٣٤°م عند عين الجوهرية و ٤ , ٣٦°م عند عين ناصر (٦٦) .

ويعني هذا التوزيع أن مياه العيون تزداد حرارتها كلما اتجهنا إلى الشمال كما ترتفع حراراتها إلى حد ما باتجاه الغرب أيضاً .

ويمكن تفسير هذه الظاهرة على أساس أن مياه الخزانات العميقة تصعد إلى أعلى وذلك في غرب الواحة نتيجة للضغط الارتوازي Artesian Pressure ثم تتجه المياه الحارة صوب الشمال الشرقي ونحو الشرق قاصدة إقليم الواحة . على أن هذه المياه الحارة لا تتقدم نحو الشمال أو نحو الشرق بأكثر من منطقة العيون . وذلك بسبب تدهور النفاذية decrease of permeability لتكوين النيوجين في نطاق يطوق إقليم العيون من الشرق والشمال (٦٧) .

كذلك فإن المياه الحارة تفقد بعض حرارتها نتيجة عاملين : الأول هو طول الرحلة ، والثاني والأهم هو اختلاطها بمياه أبرد . ويرى الخبراء أن المياه الحارة تذهب مباشرة إلى عيون المطيرفي . بينما تقطع رحلة أطول نسبياً لتصل إلى عيون شرق الهفوف . فتقل حرارتها . بل إن الرحلة إلى عيون الهفوف تتيح للمياه الحارة الاختلاط بمياه أحدث منها وأبرد . وتأتي المياه

الباردة من رواسب الدام. وتظهر رواسب الدام (نيوجين) في جنوب غرب الواحة عند منسوب ٢٤٠ متراً فوق سطح البحر، ويتسرب خلالها كميات من المياه الحديثة (٦٨). ويدعم هذه النظرية أن نسبة الملوحة تنخفض في هذا القطاع من أرض الواحة. (الجنوب الغربي).

الملوحة في مياه الأحساء:

لئن اختلفت نسبة الملوحة في مياه العيون إلاَّ أنها تبلغ في المتوسط ١٥٧٠ جزءاً في المليون. وتقع أقل العيون ملوحة في الجنوب الغربي من الواحة بالقرب من الهفوف، خصوصاً مياه عين الخدود وعين الحقل، حيث تصل ملوحتهما إلى ١٤٣٠ جزءاً في المليون.

أما العيون الأكثر ملوحة فيوجد بعضها قرب قرية بني معن، ويوجد البعض الآخر قرب قرية المطيرفي. وتعدُّ مياه عين المشيطية أكثر ملوحة من باقي العيون، إذ تبلغ نسبتها ١٧٥٥ جزءاً في المليون (٦٩).

معنى هذا أن نسبة الملوحة في مياه العيون تزداد في واحة الأحساء باتجاه الشمال مرة وباتجاه الشرق مرة أخرى. وهذا يتوافق مع اتجاه الانحدار الهيدروليكي للمياه الجوفية. هذا الانحدار الذي يتجه من الجنوب الغربي نحو الشمال الشرقي. ومن البديهي أن تساعد المسافة الطويلة التي تقطعها المياه على زيادة نسبة أملاحها الذائبة.

كذلك فقد ثبت وجود مياه حديثة Fresh Water في جنوب غرب الواحة ولا تتعدى نسبة ملوحتها ١٠٠٠ جزء في المليون. ومن شأن ذلك أن يقلل من نسبة الملوحة في هذا الجزء وخصوصاً في عين الخدود وعين الحقل.

هذا، وتختلف كذلك نسبة الأملاح في مياه الآبار الارتوازية بحسب اختلاف عمقها. وتزداد الملوحة مع زيادة العمق بشكل عام.

على أن الاختلاف الجوهري في ملوحة الآبار يحدث بشكل واضح بسبب اختلاف نوع الخزان الجوفي الذي يعمل عليه البئر. فمياه النيوجين قد تصل ملوحتها القصوى إلى ٢٥٠٠ جزء في المليون، في حين تتراوح في مياه الخبر بين ١٥٠٠ و ٢٥٠٠، وفي مياه أم الرضمة بين ١٠٠٠ و ٣٥٠٠ جزء في المليون.

الجدير بالذكر أن نسبة الملوحة في مياه الأحساء تتجه نحو الزيادة بشكل عام في السنوات الأخيرة⁽⁷⁰⁾.

ومهما يكن من أمر، فإن استخدام المياه الجوفية بهذه المواصفات يعني إضافة كمية من الأملاح تزيد سنوياً عن ٣٥٠ ألف طن، وهي تصل إلى الأرض الزراعية عن طريق الري. إلا أن عمليات الصرف تفيد تماماً في سحب كميات أكبر من الأملاح المذابة. وتقدر بأكثر من ٤٤٠ ألف طن سنوياً، حيث تحملها مياه المصارف إلى خارج الواحة.

ومعنى هذا أن توازن الأملاح Salt Balance قد أصبح في صالح تحسين خصوبة التربة الزراعية منذ تنفيذ مشروع الري والصرف بالأحساء.

ويمكن توضيح طريقة حساب ميزان الأملاح في الواحة على النحو التالي :

أ) حساب الإضافة : **Ingoing**

تبلغ كمية مياه الري في المتوسط نحو ٢٢٥ مليون متر مكعب في السنة. ونسبة ملوحة هذه المياه ١٥٧٠ جزءاً في المليون. ومن ثم تكون جملة الأملاح الآتية إلى الأرض الزراعية مع مياه الري نحو ٣٥٣ ألف طن كل عام.

ب) حساب النقص : **Outgoing**

يتم الصرف في معظمه من خلال مصرفين هما :

— المصرف الأول D 2 الذي يتجه شرقاً نحو بركة الأصفر المالحة. ويبلغ حجم تصريفه السنوي من المياه ٧٩ , ٩ مليو متر مكعب. ونسبة الملوحة فيه تصل إلى ٣٦٤٠ جـ. م⁽⁷¹⁾. ومن ثم فإنه يحمل إلى خارج الواحة كمية من الأملاح تصل إلى ٢٩١ ألف طن كل عام. شكل رقم (٧).

— والمصرف الثاني D 1 الذي يتجه إلى الشمال نحو بركة أخرى. ويبلغ حجم تصريفه المائي السنوي نحو ٣٥ مليون متر مكعب. وتبلغ نسبة ملوحة مياهه ٤٤٢٠ جزءاً في المليون⁽⁷²⁾. فيكون حجم الأملاح التي يحملها هذا المصرف إلى خارج الواحة نحو ١٥٥ ألف طن في السنة.

وهذا معناه أن عمليات الصرف تزيل من الأرض الزراعية كمية إجمالية من الأملاح تصل إلى ٤٤٦ ألف طن كل عام.

وبالنظر إلى طرفي ميزان الملوحة يتضح أن النقص يفوق الإضافة بنحو ٩٣ ألف طن سنوياً. الأمر الذي يجعل هذا الميزان لصالح تحسين التربة وتقليل ملوحتها.

ولا شك أن هذه النتيجة تمثل أعظم منجزات مشروع الري والصرف بالأحساء. فقد تم كسر الدائرة الشريرة المتمثلة في الزيادة المستمرة لملوحة التربة بسبب الري بمياه العيون والآبار ذات الملوحة العالية.

وصار المشروع يدير الري والصرف على أساس يضمن إزالة جميع الأملاح القادمة إلى الواحة مع مياه الري من ناحية، وسحب هام ومنتظم من الأملاح المتراكمة بها منذ آلاف السنين من ناحية أخرى.

تقييم إمكانات الخزان الجوفي بالواحة :

برزت الحاجة إلى تقييم حجم خزان المياه الجوفية في الأحساء وذلك من أجل التخطيط السليم لاستخدام الأرض الريفي بها. خصوصاً بعد أن ثبت أن خطط واكوتي WAKUTI عام ١٩٦٤م لري ٢٠ ألف هكتار كانت تعوزها دقة المعلومات الهيدروجيولوجية. فقد أكد الواقع العملي بعد قيام مشروع الري والصرف أن شرق الواحة يعاني من نقص في مياه الري يصل إلى متر مكعب واحد لكل ثانية(٧٣) (٣١١/٢ مليون متر مكعب في السنة).

ولذلك فقد كثفت الجهود العلمية، كما حفرت الآبار الاستكشافية بهدف تقدير حجم المياه الجوفية بالإقليم. وتم حساب المعدل السنوي للمياه المستخرجة من جميع المصادر الحكومية والأهلية، في حدود ٩,٣م^{٣}/ث. (٧٤)— (= ٢٩٣ مليون متر مكعب في السنة). واعتبر العلماء المختصون أن هذه الكمية تمثل المكافىء لحجم الخزان الجوفي في الواحة. وأن سحبها لا يخل بطبيعة هذا الخزان ولا يسبب أي تدهور به، على اعتبار أنه يتم إفراغه وامتلاؤه مرة واحدة كل سنة(٧٥).

على أنه يلاحظ أن الخزانات الجوفية المفتوحة تتحرك المياه إليها ومنها وذلك تحت سطح الأرض. أما المياه التي تنبثق منها فوق السطح فهي تمثل الفرق بين الكمية التي دخلت إلى الخزان والكمية التي تحركت منه داخل الطبقات.

ومعنى هذا أن استخراج مياه للري في حدود ٩,٣م^{٣}/ث في عموم الواحة يضمن

استقرار الخزان الجوفي . ومن ثم لا يمكن قبول التوسع في سحب المياه عن هذا المعدل ، وإلا تدهورت خصائص الخزان وهبطت مناسيبة ، وجفت كل العيون وثبت علمياً أن مياه الأحساء من النوع الحفري القديم . الأمر الذي يتطلب الترشيد في الاستخدام والمحافظة على هذه الثروة العزيزة .

وهناك بعض الإجراءات العملية في هذا الشأن . ومنها على وجه الخصوص إيقاف سحب المياه من خزان الوسيع لحقنها في حقول البترول ، حتى لا يتأثر الضغط البيزومتري بعيون الأحساء . وقد توقفت هذه العمليات بالفعل بعد تدخل الحكومة .

كذلك فقد أصبح التفكير يدور حول إمكانية عمل سد صناعي يطوق الواحة من أقصى الشرق ليمنع مياه النيوجين داخل الطبقات بعيداً عن الواحة نحو الخليج العربي . ومن شأن هذا السد أن يرفع مناسيب المياه في آبار وعيون شرق الواحة ، وتوفير المياه اللازمة للزراعة(٧٦) .

تأثير الموارد المائية على استخدام الأرض الريفي بالواحة

لما كانت واحة الأحساء تقع في المناخ الصحراوي الحار ، ولا يكاد يصل متوسط مطرها السنوي إلى ثمانية سنتيمترات ، فإن الموارد المائية الجوفية من العيون والآبار تمثل بحق أهم ضابط طبيعي يؤثر على الاستخدام الريفي لأراضيها . ويتجلى هذا التأثير مباشرة على حيز الرقعة المنزرعة ، وعلى نوعية الغلات مثلما يظهر التأثير على الاتجاهات الحديثة في استخدام الأرض وعلى خطط التنمية الريفية بإقليم الأحساء .

ويمكن دراسة هذه التأثيرات على النحو التالي :

أ) دور المياه الجوفية في تحديد حيز الرقعة الزراعية :

لقد قام في واحة الأحساء منذ آلاف السنين مجتمع زراعي مستقر يعتمد على الري من مياه العيون . وكانت المياه تنساب طبيعياً في العديد من المجاري التي تنبع من العيون في غرب الواحة ، وتتجه مع انحدار الأرض الهادىء صوب الشرق وصوب الشمال . وكان الأهالي يروون مزارعهم بالغمر الطبيعي في معظم أراضي الواحة . كما كانوا في المناطق الغربية العالية نسبياً يرفعون المياه إلى مزارعهم بالوسائل التقليدية . وتتمثل في رفع المياه يدوياً أو

باستخدام الحيوان خصوصاً الجمل والحمار في عملية كان يطلق عليها (مركب الصدر) أو التصدير (٧٧). ولم يكن الناس يمارسون نظاماً موحداً مستقلاً للصرف أو لتجميع المياه الزائدة بعيداً عن الأرض الزراعية. وإنما كانت المزارع المجاورة للعيون تروى بأوفر المياه وأجودها. ثم تنساب منها مياه الصرف الزائدة لتعود مرة أخرى إلى المجاري المائية وقنوات الري التي تتجه إلى المزارع المجاورة لتقوم بريها. وكانت تتم هذه العملية من مزرعة إلى أخرى. وهكذا كانت الأراضي الزراعية في شرق الواحة وفي شمالها تروى بمياه سبق استخدامها، ومن ثم فقد قلت كمياتها كما زادت ملوحتها.

وبمرور السنين تدهورت مساحات من الرقعة الزراعية المحدودة بسبب الأسلوب البدائي في الري والصرف. ومن ثم زادت ملوحة المياه والتربة معاً. كذلك فقد اتسعت مساحات البرك والمستنقعات نتيجة لسوء الصرف مرة. وبسبب الرمال المتحركة التي تسد القنوات والمجاري المائية مرة أخرى. كما طمرت بعض الأراضي الزراعية تحت الرمال.

وفي ظل هذه الظروف فقد عانى مزارعو الأحساء من تناقص الرقعة الزراعية وزحف الرمال وتدهورت خصوبة التربة بالإضافة إلى تفشي الأمراض بسبب المستنقعات.

وعمدت الحكومة إلى التصدي لتلك المشكلات من خلال مشروع الري والصرف بالأحساء. وافتتح المشروع في عام ١٣٩٢هـ وتحققت منه إيجابيات كثيرة. فقد اختفت أساليب الري التقليدي، كما حلت القنوات الأسمنتية محل قنوات الري الترابية، وضبطت بدقة مناوبات عادلة للري، كما شقت شبكة من المصارف تغطي جميع أراضي المشروع وردمت معظم البرك ومهدت الطرق الزراعية ورصفت الطرق الرئيسية منها. وغطيت المصارف بالقرب من القرى والمدن حفاظاً على الصحة العامة وسلامة البيئة كما نفذ مشروع خاص لتثبيت وحجز الرمال (٧٨). شكل رقم (٨)، (٩).

على أن المشروع لم يتمكن من تحقيق هدفه المنشود في التوسع الأفقي وزراعة ١٢ ألف هكتار إضافية. على الرغم من أنه قد مد إليها قنوات الري الأسمنتية وشق فيها المصارف. ولم يتحقق هذا الهدف بسبب نقص مياه الري اللازمة. فقد ثبت لهيئة إدارة المشروع أن التوسع في ضخ المياه بالواحة يتسبب عنه هبوط منسوب المياه بالعيون. وقد يتهدد التدفق الطبيعي منها بالتوقف (٧٩).

وهكذا يتضح أن كمية المياه الجوفية المتاحة تتحكم في حيز الرقعة المنزرعة بالفعل بواحة الأحساء.

ويوضح الجدول رقم (٦) القنوات الرئيسية بالمشروع والتصرفات المائية السنوية المارة بكل منها والمساحات المنزرعة بالفعل في زمام كل واحدة، وذلك في السنوات الأخيرة.

جدول رقم (٦)

يوضح قنوات الري بمشروع الأحساء وزمام كل قناة وكمية المياه السنوية المارة بها والمساحة المنزرعة ونسبتها المئوية ونصيب الهكتار من المياه [٨٠]

	كمية المياه السنويـة (مليون متر مكعب) ١٤٠٤هـ	إجمالي مساحة زمام القناة (هكتار)	المساحة المنزرعة بالفعل (هكتار) ١٤٠٠هـ	النسبة المئوية للمنزرع من زمام القناة	متوسط كمية المياه لكل هكتار سنويا (ألف متر مكعب)
F1	٧٠,٦	٦٣٩٠	٣٣٤٤	٥٢,٣	٢١,١
F2	١٤,٤	٧٧٣	٣٩٩	٥١,٦	٣٦,
F3	٤,٤	٢٢٩	١١٧	٥١,١	٣٧,٦
F4	١٩,٩	٥٩٣	٣٧٨	٦٣,٧	٥٢,٦
F5	١٣,٥	١٦٩٩	٥٦٦	٣٣,٣	٢٣,٩
F6	٣,٧	٤٦٥	١٨٤	٣٩,٦	٢٠,١
F7	١١,٤	٣٢٥	٢٢٢	٦٨,٣	٥١,٣
P1	١٩,٩	١١٧٧	٦٩٠	٥٨,٦	٢٨,٨
P2	١٢,٨	٧٤٢	٤٦٩	٦٣,٢	٢٧,٣
P4	٣٦,٩	١٠٤١	٧٢٧	٦٩,٨	٥٠,٨
الجملة	٢٠٧,٥	١٣٤٣٤	٧٠٩٦	٥٢,٨	٢٩,٢

ويتضح من الجدول السابق رقم (٦) أن المساحة المنزرعة لا تزيد كثيراً عن نصف المساحة العامة للمشروع. على أن النسبة تتفاوت من قناة إلى أخرى بحسب كمية المياه المتاحة للقناة من ناحية وبسبب مساحة زمامها من ناحية أخرى. وتعتبر القناة P 4 أفضل القنوات حيث يزرع من جملة زمامها نحو ٧٠٪ وهي تتزود بالمياه من خزان عين الحارة الذي يتسع إلى ١٥٠٠٠ ألف متر مكعب. وترفع إليه المياه عن طريق محطة للضخ، تعمل بها خمس طلمبات ضخمة، وتقع شمال مدينة المبرز، وتليها على الترتيب القنوات F 7 و F 4 و F 2.

ويلاحظ أن متوسط نصيب الهكتار المنزرع بالفعل من مياه الري بالمشروع يزيد قليلاً على ٢٩ ألف متر مكعب في السنة. على أن هذا المتوسط قد يرتفع في بعض القنوات إلى أكثر كم $\frac{١}{٢}$ ٢٥ ألف متر مكعب عند أفضل القنوات، وقد يقل إلى نحو ٢٠ ألف متر مكعب عند القنوات التي تعاني من نقص مياه الري. وعندئذ قد تتدنى المساحة المنزرعة إلى نحو ثلث الزمام عند مثل هذه القنوات. وهكذا يتأكد دور المياه في التحكم في حيز الرقعة المنزرعة بالفعل في واحة الأحساء. شكل رقم (١٠)

ب) دور المياه الجوفية في تحديد نوعية الغلات :

لئن كانت مياه الواحة ذات ملوحة بلغ متوسطها ١٥٧٠ جزءاً في المليون (٨١)، فإن الغلات المنزرعة تتحدد على أساس تحملها هذه الملوحة وهي عالية على كل حال. ولذلك كان النخيل وطائفة من أشجار الفاكهة الأخرى هي النمط الغالب في المركب المحصولي بمعظم أجزاء الواحة. كما تزرع غلات أخرى تتكيف مع نوعية هذه المياه مثل الأرز والبرسيم وطائفة متنوعة من الخضروات. وقد مارس الأهالي وحتى الآن زراعة النخيل الذي يمثل القاسم المشترك في جميع المزارع. وتتميز شجرة النخيل بقدرتها على النمو في كل أنواع التربة (٨٢) كما أنها تتحمل ملوحة المياه. ويزرع معها أحياناً بشكل مختلط أشجار مثل الرمان والموالح والخوخ والتين والعنب والمشمش والنبق والتوت فضلاً عن الغلات الحقلية الأخرى.

هذا، ويبلغ عدد أشجار الفاكهة بمشروع الأحساء ٣,٤ مليون شجرة في عام ١٤٠٠هـ يحتل النخيل المركز الأول منها بنحو ٤٨٪ من هذا العدد ثم الرمان بنحو ١٩٪، والترنج ٨٪، والخوخ ٧٪ ثم التين والعنب فلكل منهما نسبة ٤٪، كما أن نحو ٣٪ من عدد

الأشجار الكلية هي من الليمون و ١٪ من المشمش والباقي من أشجار متنوعة(٨٣) .

ويشغل النخيل في الواحة مساحة تبلغ ٤٥٤٧ هكتاراً ما يعادل ٦٤٪ من حيز الرقعة المنزرعة بالمشروع عام ١٤٠٠هـ.

أما المحاصيل الحقلية فهي تتمثل في البرسيم والأرز الحساوي والبصل والقليل من القمح . وبلغ إجمالي مساحتها جميعاً في تلك السنة ١٥٥٤ هكتاراً، أي نحو ٢٢٪ من الأرض المنزرعة .

على أنه يلاحظ أن البرسيم يحتل المركز الثاني بعد النخيل من حيث الأهمية والمساحة . ويعدُّ محصولاً نقدياً ، إذ يشتد عليه الطلب لتغذية الحيوانات في الواحة والبادية على حد سواء . وكانت مساحته عام ١٤٠٠هـ ١٢٥٩ هكتاراً أي نحو ١٧,٧٪ من جملة المنزرع بالمشروع .

ثم يأتي الأرز الحساوي في المركز الثالث من حيث المساحة بالرغم من تضاؤل مساحته في السنوات الأخيرة إلى ١٥٢ هكتاراً فقط . وعلى الرغم أيضاً من أنه مرغوب جداً عند الأهالي . ويرتفع سعره إلى أكثر من عشرة أضعاف سعر الأنواع المستوردة من الأرز. والأهالي يعتقدون أن الأرز الحساوي له مميزات خاصة ولذلك فهو يقدم للأمهات عقب الولادة ، كما يقدم فقط على موائد الخاصة من الناس . أما البصل فمساحته تبلغ نحو ٩٦ هكتاراً ، والقمح نحو ٣٣ هكتاراً .

وفيما يتعلق بالخضروات ، فقد صارت مساحتها لا تكاد تبلغ ألف هكتار أي نحو ١٤٪ من الرقعة المنزرعة بالفعل عام ١٤٠٠هـ. وتزيد أنواع الخضروات التي تزرع في الواحة إلى أكثر من عشرين صنفاً . وتتصدرها الطماطم التي بلغت مساحتها عام ١٤٠٠ ما يقرب من مساحة الأرز (١٥٠ هكتاراً) . ويليها على الترتيب القرعيات والباذنجان والخس والبامية والكوسة ثم الجزر فالخيار.

وقد يكون من المناسب استعراض تطور التركيب المحصولي في واحة الأحساء قبل قيام المشروع وبعده . ويفيد الجدول رقم (٧) في توضيح ذلك :

جدول رقم (٧)

يوضح تطور التركيب المحصولي في واحة الأحساء

المحصول	المساحة في ١٩٦٣م (٨٤) (دراسات واكتي عام ١٩٦٤)		المساحة في ١٩٦٨م (٨٥) دراسات ايتالكونسلت ١٩٦٩م)		المساحة في عام ١٩٨٠م (٨٦) الحصر الشامل بالمشروع ١٤٠٠هـ	
	هكتار	٪	هكتار	٪	هكتار	٪
النخيل	٤٧٥٠	٥٩,٤	٣٨١٥	٥٤	٤٥٤٧	٦٤,١
البرسيم	٨٨٠	١١	١٦٢٥	٢٣	١٢٥٩	١٧,٧
الأرز	١١٥٠	١٤,٤	٥٨٠	٨,٢	١٥٢	٢,٢
الخضروات	١٢٢٠	١٥,٢	١٠٥٠	١٤,٨	٩٩٥	١٤
محاصيل أخرى	—	—	—	—	١٤٣	٢
الجملة	٨٠٠٠	١٠٠	٧٠٧٠	١٠٠	٧٠٩٦	١٠٠

ويتضح من الجدول رقم (٧) ما يلي :

— أن النخيل هو الغالب على التركيب المحصولي بالواحة إلا أن نسبته أخذت في الزيادة في السنوات الأخيرة، لأنه يتحمل أكثر من غيره عجز المياه ويتلقى المزارعون دعماً من الحكومة عند زراعته.

— كان البرسيم يشغل عُشر المساحة الزراعية ثم تزايد إلى نحو ربعها، وأخيراً تعرض إلى بعض النقصان لأنه محصول حساس لكمية ونوعية المياه.

— تدهورت مساحة الأرز إلى نحو عُشر ما كانت عليه قبل قيام المشروع ولا شك أن السبب يكمن في نقص المياه من ناحية وتوزيع المياه وفق مقننات عادلة بإشراف مشروع الري والصرف من ناحية أخرى. فلقد اختفت حظوة المساحات القريبة من العيون التي كانت تتمتع بها في الماضي على حساب باقي الواحة. كما أن الأرز غلة شرهة للماء،

— تتسم مساحة الخضروات بالاستقرار إذ تشغل نحو ١٥٪ من الرقعة المنزرعة على الرغم من تناقص مساحتها بعض الشيء في السنوات الأخيرة.

جـ) تأثير الموارد المائية على الاتجاهات الحديثة في استخدام الأرض :

يلاحظ في السنوات الأخيرة اتجاه بعض المستثمرين في الأحساء إلى استخدامات ريفية غير تقليدية ويتمثل في مشاريع الزراعة في البيوت المحمية ، وفي مشاريع الثروة الحيوانية بهدف انتاج الألبان أو الدواجن ، فضلاً عن مشاريع الزراعة بالري بالرش .

ولا تستهلك هذه المشاريع كميات من المياه تماثل الكميات الهائلة التي تفقد في الزراعة المروية التقليدية . وهكذا كانت التحولات الحديثة متوائمة مع الرغبة في ترشيد استخدام المياه بإقليم الأحساء والمملكة بشكل عام . ويمكن تقييم هذه الاتجاهات على النحو التالي :

١ — الزراعة في البيوت المحمية :

تشهد الأحساء إرهاصات طيبة للزراعة داخل بيوت من الفبرجلاس والبلاستيك بغرض إنتاج الخضروات على مدار السنة . وقد أثبتت الدراسة الميدانية أن إقليم الأحساء (الواحة والمساحات المجاورة لها مباشرة) به ستة مشاريع . يوجد مشروعان منها داخل الواحة الأول في مزرعة أرامكو قرب القرين والثاني يسمى مشروع الرويدج ويقع شرقي بني معن . أما الأربعة الأخرى فتقع في منطقة الغويبة جنوب الواحة مباشرة ، على خط الهفوف قطر . وقد قسمت الحكومة مخطط الغويبه الزراعي رقم (٢) ليخفف الضغط على أراضي الواحة . وجعلت المزرعة الواحدة في حدود خمسة هكتارات على الأقل . وتعتمد على الري بالآبار (٨٧)، ويزرع في مشاريع البيوت الخيار والطماطم والكوسة والفلفل ، وتقدر تكاليف المتر المربع بنحو يتراوح بين ٢٥٠ و ٣٥٠ ريالاً (٨٨) . كما يقدر الانتاج السنوي بنحو ٣٠ كيلو جراماً لكل متر مربع (٨٩) . وقد أثبتت دراسات الجدوى الاقتصادية نجاح هذه المشاريع . ولعل أهم ميزة لها أنها تستهلك من المياه نحو ٤٠٪ من كمية المياه التي تستهلكها الزراعة التقليدية . كما أنها زراعة تتحرر نوعاً من الضوابط المناخية ، حيث تزرع الخضروات على مدار السنة لأنها تقوم داخل بيوت مكيفة الهواء . وتتم فيها برمجة جميع عمليات الري والتسميد بما يتفق وحاجة النبات . ويشرف عليها مهندسون زراعيون متخصصون .

٢ — الزراعة بطريقة الري بالرش :

دخل إلى واحة الأحساء هذا النمط الحديث من الري على استحياء شديد ، ذلك لأن عدد المزارع التي تطبقه لا يتعدى خمسة مشاريع . وهي تقع في الامتدادات الجديدة بجنوب

الواحة . والواقع أن هذا النظام يصعب تطبيقه عملياً في المزارع القديمة بحكم أنها قزمية المساحة من ناحية، ولأنها عبارة عن بساتين للنخيل من ناحية أخرى .

ويرى علماء الزراعة أن الري التقليدي يستهلك كميات كبيرة من المياه، ولا يستفيد منها النبات إلا بحوالي ١٠٪(٩٠) . بينما يضيع الجانب الأعظم بالتسرب في التربة وبالتبخر أيضاً . أما الري بالرش فيتميز باستخدام كميات من المياه في حدود احتياجات النبات، ومن ثم فهو نظام يقتصد كثيراً في استهلاك الماء . على الرغم من أنه لا يتحكم فيما يفقد منه بالتبخر . وهكذا فإن سياسة ترشيد استخدام المياه تستدعي التوسع في تطبيق الري بالرش على كل حال .

٣ — تشجير الكثبان الرملية :

عانت الواحة كثيراً من زحف الرمال من الصحروات المحيطة وخصوصاً تحرك الكثبان الرملية من حقل الرمال الكبير الذي يحدق بالقرى الشرقية من الشمال . وتتنوع في الواقع طرق تثبيت الكثبان، إلا أن بعضها باهظ التكاليف . ويعتبر أسلوب التشجير هو الحل الأمثل من وجهة النظر البيئية والاقتصادية أيضاً (٩١) . فهو يحول الرمال المتحركة إلى مساحات خضراء تساهم في تلطيف الجو وتتيح للناس مناطق خلوية مريحة وتحافظ على الموارد الطبيعية .

وقد بدأت الحكومة السعودية تنفيذ مشروع لحجز الرمال بالأحساء في عام ١٣٨٢هـ (١٩٦٢م) . وذلك بزراعة خمسة ملايين شجرة أغلبها من نوع الأثل المحلي القادر على التكيف مع البيئة . وهذه الأشجار تمثل المصد الأول الذي تبلغ مساحته ٥٠٠ هكتار ويعتمد على الري من المياه الجوفية عن طريق ٤٠ بئراً ارتوازية حفرت لهذه الغاية (٩٢) . وطول هذا المصد نحو ٢٠ كيلومتراً، وهو على شكل حرف (ل) ليطوق الرمال من الشرق والجنوب وليحمي أراضي القرى الشرقية من خطر زحف هذه الرمال .

ولئن كان المصد الأول قد اعتمد في تشجيره على الري من الآبار فإن المشروع قد أقام أربعة مصدات أخرى لا تعتمد على الري وإنما اتبع في تشجيرها ما يسمى بالزراعة الجافة حيث غرست عقل أشجار الأثل في بطون الكثبان الرملية خلال موسم الشتاء وثبت نجاحها، حيث نمت معتمدة على الرطوبة التي تختزن داخل الكثبان من أمطار الشتاء بالرغم من قلتها . شكل رقم (١١)

وصارت المساحة الإجمالية لمشروع حجز الرمال بالأحساء ٤٥٠٠ هكتاراً تحاط بسياج للمحافظة على الأشجار التي بلغ عددها أكثر من سبعة ملايين شجرة، وهي تقف سداً أمام زحف الرمال على الأرض الزراعية (٩٣). هذا، وأقيمت في السنوات الأخيرة أحزمة خضراء أخرى منها حزام الأصفر شمال شرق الواحة ويعتمد على الري من مياه المصرف D.2 كما أقيم حزام آخر في شمال الواحة عند مدينة العيون وتروى أشجاره من مياه المصرف D.1 وهناك خطط لتشجير قطاعات من طريق الهفوف قطر خصوصاً في المواقع التي تتعرض لسفي الرمال.

وهكذا تكون الموارد المائية الجوفية من وراء نجاح عملية تشجير الكثبان الرملية ومنع زحف الرمال.

٤ — مشاريع الانتاج الحيواني والدواجن :

كانت في واحة الأحساء ثروة حيوانية كبيرة في الماضي، تشمل الأبقار والجمال والضأن والماعز والحمير. ومع تطور أساليب الري والصرف من ناحية والتحويلات الاقتصادية والاجتماعية من ناحية أخرى، انصرف الناس عن استخدام الحيوان في الري والنقل داخل الواحة، فقلت أعداد هذه الثروة، وصارت الإبل وقفاً على البادية.

واتجه المستثمرون وكبار الزراع إلى إقامة المشاريع الكبيرة بهدف انتاج الألبان أو الدواجن. فيوجد في الواحة مشروع ضخم للألبان، يعتمد على قطيع من أبقار الفيريزيان المستوردة. ويزيد عدده على ألف وخمسمائة رأس بقرة حلوب. ويسمى مشروع العثمان (ندى) وهو يقع شرقي قرية القرن. وتبلغ مساحته ٢٠٠ هكتار (٩٤).

وتزرع هناك أعلاف مثل البرسيم والشوفان بأسلوب الري بالرش المحوري. ويصل انتاج الحليب نحو ١٧ طنا في اليوم. وقد أقيم بجوار المزرعة مصنعاً حديثاً لتعليب الألبان

هذا، وتوجد مشاريع للألبان أصغر من المشروع السابق، وتقع خصوصاً بالأراضي الجديدة (منطقة الغويبة) في جنوب الواحة. وتربى بها الأبقار الفريزيان مثل مزرعة جامعة الملك فيصل، ومزرعة العتيق، كما أن هناك مزرعة خاصة بتربية الإبل (٩٦). ويدير مركز الأبحاث الزراعية بالأحساء مزرعة تقع في شمال مدينة المبرز وتحتوي على قطيع من الأبقار المستوردة والأغنام البلدية والإبل وذلك بهدف إجراء البحوث والتجارب.

أما الاتجاه الحديث الآخر الذي يشهده استخدام الأرض الريفي بالواحة فيتمثل في نجاح مشاريع الدواجن . ففي الماضي كانت الأم مسئولة عن تربية الدواجن البلدية في بيتها، خصوصاً بالقرى . ولم تشهد الأحساء قيام أول مزرعة حديثة للدواجن إلا بحلول عام ١٣٧٧هـ (١٩٥٨م)(٩٧) . وكان نجاحها مدعاة لقيام المزيد من مزارع الدواجن ، خصوصاً عندما جاءت التحولات الاقتصادية والاجتماعية والعمرانية الهائلة التي عمت المملكة العربية السعودية منذ سنوات التسعينيّات الهجرية . واليوم فقد اختفت تربية الدواجن التقليدية في المنازل، وأصبحت المزارع المتخصصة واسعة الانتشار بواحة الأحساء ويكفي انتاجها من الدواجن والبيض حاجة الاستهلاك المحلي، ويتجه الفائض إلى باقي أجزاء المملكة، وإلى بعض الدول الخليجية القريبة .

ولعل الجدول التالي رقم (٨) يفيد في توضيح مدى التطور في عدد مزارع الدواجن وحجم الانتاج في السنوات الأخيرة .

جدول رقم (٨)

يوضح تطور مزارع الدواجن وحجم الانتاج بواحة الأحساء(٩٨)

السنة	عدد المزارع			جملة الانتاج بالمليون	
	لاحم	بياض	الجملة	عدد الطيور	عدد البيض
١٣٩٣هـ	٣٠	٩	٣٩	٠,١	١١,٥
١٣٩٤هـ	٦٧	٥٠	١١٧	٣,١	١٠٥,٢
١٤٠٤هـ	٦٨	٥٤	١٢٢	٥,٧	١٣٣,٩

ومن الواضح أن السنوات العشر الأخيرة قد شهدت طفرة في مزارع الدواجن بحيث زاد انتاج الدجاج لأكثر من خمسين ضعفاً ، كما تضاعف انتاج البيض لأكثر من أحد عشر ضعفاً . ويعود الفضل في ذلك إلى تشجيع الحكومة من خلال تقديم القروض ، ودعم علف

الدواجن فضلاً عن تقديم الخدمات البيطرية والإشراف على سلامة الحظائر وسلامة البيئة .

هذا ، وتنتشر مزارع الدواجن في داخل الواحة وبالأرض الجديدة أيضاً . على أن أكبر هذه المشاريع على الإطلاق يقع شمال قرية البطالية ويسمى مشروع الغدير ويطبق فيه نظام المزرعة المغلقة . حيث تتم للدواجن جميع العمليات آلياً من تغذية ونظافة وجمع البيض . وتبلغ طاقة المشروع ٣٠٠ ألف دجاجة من النوع البياض . ويلاحظ أن صاحب المشروع يمتلك في شمال الواحة مصنعين ، الأول لعلف الدواجن والثاني لصناعة أطباق تعبئة البيض للتداول (٩٩) .

والحقيقة أن مشاريع الدواجن والتوسع فيها يتوافق مع سياسة ترشيد استخدام المياه بالأحساء ، وهي ميدان للاستثمار الريفي والاستخدام المتطور الذي يحقق أرباحاً كبيرة ، فضلاً عن الأمن الغذائي والمحافظة على الموارد الطبيعية في آن واحد .

ومهما يكن من أمر ، فإن الاستخدام الأمثل للأرض بريف واحة الأحساء ، وعلاقته بالموارد المائية المتاحة يحتاج إلى المزيد من الدراسة . على أن بعض الباحثين يرون في هذا المجال ما يلي :

— تقليل مساحة النخيل .

— وزيادة انتاج الخضروات .

— وزراعة محاصيل استراتيجية كالقمح والبصل .

— وزراعة أعلاف خضراء كالذرة الرفيعة والشوفان وتكون بديلة عن البرسيم (١٠٠) .

هذا ، ولا يمكن تحقيق التطور المنشود إلاّ من خلال تطوير أساليب الري وتطوير أساليب الزراعة . ويمكن إحراز النجاح من خلال تشجيع الري بالتنقيط والبيوت المحمية ، وتشجيع ميكنة الزراعة ، ونظام الري بالرش بعد تطبيق سياسة التجميع الزراعي . وقد نجحت سياسة التجميع الزراعي في مناطق ذات حقول قزمية مثل واحة الأحساء ، ونعني بها دلتا النيل والوادي في مصر . وعندئذ يمكن استخدام الأرض بأساليب حديثة وعصرية ، تستجيب لمبدأ ترشيد استخدام المياه .

«الخاتمة»

تمثل المياه الجوفية من العيون والآبار الموارد المائية في واحة الأحساء بحكم مناخها الصحراوي من ناحية ولعدم وجود نظم نهرية من ناحية أخرى.

- تعدد الطبقات الحاملة للمياه، كما أنها تميل من الغرب إلى الشرق ويتزايد الضغط البيزومتري في منطقة العيون بالقطاع الغربي من الواحة عند منسوب ١٤٥ متراً فوق سطح البحر، ويتدفق الماء طبيعياً من تلك العيون.
- التكوينات الحاملة للمياه هي من أعلى إلى أسفل: النيوجين والعلاة ثم الخبر وأم الرضمة ثم عرمة وهي تكوينات ثلاثية.
- وأسفل التكوينات السابقة يوجد تكوين الوسيع الذي يعود إلى الكريتاس الأوسط. ومياهه شديدة الملوحة في واحة الأحساء كما أن عمقها يزيد على ألف متر. ومن ثم لا تصلح للاستخدامات الريفية على عكس التكوينات السابقة التي تستغل مياهها بالفعل.
- معظم مياه العيون تأتي من النيوجين وبعضها يأتي من التكوينات الأعمق نظراً لوجود اتصال هيدروليكي. ولقد حدث هذا الاتصال بفعل عمليات الإذابة الكارستية في الصخور الجيرية من ناحية وتوافر الفوالق في غرب الواحة بالقرب من محدب الفوار من ناحية أخرى.
- يتراوح عمر مياه الواحة بين ١٥ و ٣٠ ألف سنة فهي مياه حفرية في معظمها، بينما المياه الحديثة لا تتعدى نسبتها ٥٪ فقط.
- تمثل الواحة ثنية مقعرة شرقي محدب الفوار وتتحرك المياه الجوفية خلال الطبقات من الجنوب الغربي صوب الشمال والشرق.
- تتراوح ملوحة مياه العيون بين ١٤٣٠ و ١٧٥٥ جزءاً في المليون ولذلك فهي تضيف كميات من الأملاح إلى الرقعة الزراعية عن طريق الري تقدر بنحو ٣٦٠ ألف طن سنوياً.
- يوجد في إقليم الواحة نحو ٨٠٠ بئر ارتوازي وبعضها من النوع الفوار فضلاً عن

أكثر من مائة عين طبيعية . على أن العيون الرئيسية يصل عددها ٣٣ عيناً .

— لقد عانت الواحة قبل خمسة عشر عاماً من ثلاثة أخطار هي :

* تدهور الرقعة الزراعية لتراكم الأملاح بها وتعرض المساحة الصالحة للزراعة للنقصان المستمر .

* تزايد مساحات البرك والمستنقعات لسوء الري وعدم الصرف ومن ثم تلوثت البيئة وتفشت الأمراض .

* زحف الرمال وكانت تطمر قنوات الري القديمة وتلتهم مساحات من الرقعة الزراعية وتهدد العمران .

— تصدت الحكومة لكل ذلك فأقامت مشروع حجز الرمال بالأحساء في عام ١٣٨٢هـ — (١٩٦٢م) . كما أقامت مشروع الري والصرف الذي بدأ تشغيله في عام ١٣٩٢هـ — (١٩٧٢م) .

— نجح المشروع الأول في تشجير مساحة تبلغ ٤٥٠٠ هكتار بأكثر من سبعة ملايين شجرة لحجز الرمال .

— نجح مشروع الري والصرف في إبدال الري التقليدي الذي سبب تدهور التربة وأقام محله من قنوات الري الاسمنتية وصلت أطوالها ٢٦٣٨ كيلومترا . فضلاً عن شبكة من المصارف . ونجحت المصارف في تخفيض المياه الزائدة وسحب كمية من الأملاح تفوق الكمية التي تأتي مع مياه الري . فتحسنت التربة لأول مرة في الواحة .

— نجح المشروع في توزيع مياه الري وفق مقننات عادلة وبأسلوب سهل ومريح للمزارعين . فاختفت الأساليب التقليدية المرهقة للإنسان والحيوان . كما شقت الطرق الزراعية ورصفت الطرق الرئيسية ، وأقيمت الجسور .

— أصلح المشروع أيضاً العيون الرئيسية وأقام على بعضها الخزانات ومحطات الرفع لتوفير المياه للمساحات التي يزيد منسوبها عن مياه العيون .

— إلا أن المشروع لم ينجح في تدبير المياه اللازمة لزراعة المساحة المستهدفة عند إنشائه ، والمقدرة بنحو ٢٠ ألف هكتار . على الرغم من مد القنوات إليها وشق المصارف بها .

— فلقد ثبت أن المعلومات الهيدروجيولوجية عند قيام المشروع لم تكن كافية . وحدث هبوط في مناسيب مياه العيون نتيجة لتزايد الضخ من الآبار الارتوازية .

— أجريت دراسات حديثة وتمت متابعة دقيقة لشبكة من الآبار الاستكشافية . ولقد اتضح أن إمكانات الخزان الجوفي بالأحساء يصل فقط إلى ٩,٣ متراً مكعباً في الثانية أي ما يعادل ٢٩٣ مليون متر مكعب في السنة . وينبغي أن يكون استخدام المياه في حدود هذه الكمية إذا كان لنا أن نحافظ على عطاء هذا الخزان دون أي تدهور.

هذا وقد أوضحت الدراسة والبحث الراهن أن المياه الجوفية هي الضابط الأهم والأكثر تأثيراً في الاستخدام الريفي بأراضي الواحة . ويتجلى ذلك فيما يلي :

١ — التأثير على حيز الرقعة المزروعة وهي تتراوح بين سبعة وثمانية آلاف هكتار.

٢ — التأثير على التركيب المحصولي القائم بمزارع الواحة ، ويأتي النخيل في المقام الأول ويليه البرسيم ثم الخضروات . وقد تدهورت مساحات الأرز لنقص المياه .

٣ — التأثير على الاتجاهات الحديثة التي تتوافق مع شعار الاقتصاد في استخدام المياه مثل الزراعة المحمية والري بالرش ومشاريع الألبان والدواجن .

— على أن الموارد المائية تحتاج إلى المزيد من البحث والدراسة للتعرف الدقيق على إمكاناتها من ناحية ، وللكشف عن طرق تنميتها وترشيد استخدامها من ناحية أخرى .

— وفي هذا الصدد يرى بعض الخبراء إمكان إنشاء سد باطني يطوق الواحة من الشرق لمنع تسرب مياه النيوجين نحو الخليج العربي .

— ويرى بعض الاقتصاديين ضرورة إعادة التركيب المحصولي القائم في الواحة ، ونحن نرى معهم أن ضرورة تطبيق التقنية الحديثة يستدعي أولاً اتباع سياسة التجميع الزراعي لأن الواحة تعاني بالفعل من تفتت خطير في الحيازات الزراعية وصارت المزارع بالفعل أكثر من قزمية .

○●○

الهوامش

(١) حمد الجاسر — المعجم الجغرافي للبلاد العربية السعودية — المنطقة الشرقية ص ١٣ .
(٢) محمد عرابي نخلة — تاريخ الأحساء السياسي — ص ٢٦ .
(٣) حسين حمزة بندقجي — الخريطة الجغرافية للملكة (اكسفورد ١٩٨٤م).
(٤) حمد الجاسر — المرجع السابق ص ٣١ .

(5) Saleh Halwan, Polices and Manangement for Resources utilization at Al Hasa, P.13

(٦) وزارة الزراعة والمياه — هيئة مشروع الري والصرف بالأحساء — ص ١٦ .
(٧) وزارة الشئون البلدية والقروية — تقرير عام ١٤٠٣هـ المنطقة الشرقية ص ٧٨ — ٨٢ .
(٨) وزارة البترول والثروة المعدنية — خرائط بمقياس ١ : ٥٠٠٠٠ لوحات — (١٢ — ٤٩٢٥) — (١٣ — ٤٩٢٥) — (٢١ — ٤٩٢٥) — (٢٤ — ٤٩٢٥).
(٩) هيئة مشروع الأحساء — خريطة المشروع بمقياس ١ : ١٠٠٠٠
(١٠) ح . ح لوريمر — دليل الخليج العربي — القسم الجغرافي — الجزء الثاني ص ٨٤٨ .
(١١) اللوحات المساحية السابقة (بمقياس ١ : ٥٠٠٠٠).

(12) Hofuf Agriculture Research Center, (H.A.R.C), publ. Nº 38, fig 3 - 1 (1979)

(١٣) وزارة الزراعة والمياه — مشروع حجز الرمال — التقرير السنوي العام ١٤٠٥ — ص ٦
(١٤) تم حساب مساحة جبل قاره من الخريطة بمقياس ١ : ١٠٠٠٠ .
(١٥) صبحي يوسف عيد — الجغرافيا الزراعية لوحات الأحساء — ص ٤ — ٨ .

(16) H.A.R.C., publ. 26, P 23.

(١٧) عبدالرحمن الشريف — جغرافية المملكة ص ٩٧ .

(18) H.A.R.C., cit. P. 7
(19) Ibid, P. 52, table 18
(20) Meteorological office (London) PP. 50, 61.
(21) H.A.R.C., op. cit. PP. 35, 40 tables 1, 3, 5, 6
(22) H.A.R.C., publ. Nº 38, P. 4.
(23) Fayez A. Tayeb, the Role of Groundwater... AL HASA, P. 31
(24) H.A.R.C., op. cit. P. 17

(٢٥) بيتر بومنت : الموارد المائية والتنمية في المملكة — ٦٤ .

(26) H.A.R.C., publ. Nº 15, P. 4
(27) Ibid, P. 10

(٢٨) عبدالباسط الخطيب — سبع سنابل خضر — ص ١٤٨ .

(29) Mansur & Antoine, Minemalogy of AL HASA, P. 146
(30) H. Hotz, V. Maurin, J. G. Zotl, Geologic History of AL HASA Area, P. 768

(٣١) مصطفى نوري عثمان — الماء ومسيرة التنمية — ص ٨٣ .

(32) H.A.R.C., Publ Nº 38, P 61
(٣٣) مصطفى نوري — المرجع السابق — ص ١٠٢ .
(٣٤) المرجع السابق ص ٨٧ .
(35) R.W. Powers, Geology of Arabian peninsula, P. D 86
(٣٦) مصطفى نوري — المرجع السابق — ص ٩٠
(٣٧) المرجع السابق ص ٨٨ .
(38) H.A.R.C., publ 15, P 9
(39) Powers, op cit. , P. D 89
(40) H.A.R.C., op. cit. P 12.
(٤١) مصطفى نوري — المرجع السابق — ص ٩١ .
(٤٢) عبدالباسط الخطيب — المرجع السابق — ص ١٤٤ .
(٤٣) مصطفى نوري — المرجع السابق — ص ٩٣ .
(44) Powers, op. cit. P D 96
(45) Ibid, P D 93.
(٤٦) عبدالباسط الخطيب — المرجع السابق — ص ١٤٤ .
(47) Powers, op. cit., P S 146
(48) H. Hotz & Others, op. cit. P. 60
(49) Ibid, P 64
(٥٠) مصطفى نوري — المرجع السابق ص ٩٦ .
(٥١) وزارة الزراعة والمياه — أطلس المياه — ص ٦٥ .
(٥٢) المرجع السابق — ص ٤٣ .
(53) H.A.R.C., publ. 38, P. 47.
(54) Ibid, P. 48
(55) Ibid, publ. Nº 22, P. 19
(56) H.A.R.C., publ. Nº 22, P. 19
(57) Ibid, P. 29, table 6
(٥٨) هيئة إدارة مشروع الري والصرف — الحصر الزراعي الشامل ص ٦٣ جدول رقم ١٠ .
(59) H.A.R.C., publ. 22, P. 35, table 12
(٦٠) مجلة الواحة الزراعية — العدد ١ و ٢ عام ١٤٠٤هـ مقال الهيدرولوجي صلاح الدين محمد السيد — ٢٦ .
(61) H.A.R.C., publ. 38, P. 78.
(٦٢) مجلة الواحة الزراعية — العدد السابق — ص ٢٦ .
(63) H.A.R.C., publi. Nº 23, PP. 10, 11
(64) H.A.R.C., publi. 38. P. 78 table 9
(65) Ibid. publi, Nº 38, P. 92.
(66) Ibid, P. 95, table 13.
(67) Ibid, P. 98 and Fig 5 - 28 p. 110
(68) H.A.R.C., publi. Nº 23, P. 34.
(69) Ibid, publi. Nº 38, P 63, table 6.
(70) Ibid, P. 65.

(71) Ibid, publi. Nº 22, P. 38 table 15.
(72) Ibid, P. 40, table 17.
(73) H.A.R.C., publ. Nº 38, P. 141.
(74) Ibid, P. 137.
(75) Ibid, P. 138.
(76) Ibid, P. 141.

(٧٧) هيئة مشروع الأحساء — المرجع السابق ص ٢١ .

(٧٨) المرجع السابق ص ٤٣ .

(79) H.A.R.C., publi. Nº 38; P. 141

(٨٠) مكتب الأبحاث المائية بالمشروع، ونتائج الحصر الزراعي الشامل — المرجع السابق الجداول ٢ ، ٥ ، ٦ ، ١٠ صفحات ٣، ٢١ ، ٢٣ ، ٢٤ ، ٦٣ .

(81) H.A.R.C., op. cit. ; table 6; P. 63

(٨٢) الغرفة التجارية — بحوث الغرفة — ص ٤١ .

(٨٣) الحصر الزراعي — المرجع السابق تحليل الجدول رقم ٤ ص ١٨ .

(84) WAKUTI; Volume 2; P. 221
(85) Italconsult; water and Agr. for Area IV table 5, P. 29.

(٨٦) الحصر الزراعي السابق تحليل جداول ١ ، ٢ ، ٤ ، ٥ ، ٦ وصفحات ١ ، ٣ ، ١٨ ، ٢١ ، ٢٤ .

(٨٧) مكتب مدير الزراعة بالأحساء والدراسة الميدانية للباحث .

(٨٨) المجلة الزراعية العدد ٣ مجلد ١١ ص ٢٨ — ٣١ .

(٨٩) متابعة ميدانية لمشروع مشارى للزراعة المحمية على طريق قطر .

(٩٠) المجلة الزراعية — العدد ٤ — المجلد ١٠ — ص ٢ .

(٩١) مشروع حجز الرمال بالمنطقة الشرقية — تقرير عام ١٤٠٥هـ ص ٤ .

(٩٢) المرجع السابق ص ٩ .

(٩٣) المرجع السابق ص ٧ .

(٩٤) مشروع مؤسسة العثمان للانتاج والتصنيع الزراعي بالأحساء ، ومساحته ٢٠٠ هكتار وينتج الألبان تحت شعار (ندى) — الزيارات الميدانية للباحث .

(٩٥) مجلة القافلة — العدد ٧ — مجلد ٣٣ — ص ٣٢ .

(٩٦) الدراسة الميدانية للباحث لمزارع خط قطر — الهفوف (الغويبة ٢) .

(٩٧) صبحي يوسف — المرجع السابق — ص ٣٥٨ .

(٩٨) «المرجع السابق ص ٣٥٩ ، وتقرير مديرية الزراعة عام ١٤٠٣ ص ٤٢ ، وتقريرها عام ١٤٠٤ — ص ٥٣ .

(٩٩) الدراسة الميدانية للباحث .

(100) Saleh Halwan; Op. Cit., P. 163

قائمة المراجع

أولاً: مراجع باللغة العربية :

(١) بيتر بومنت : الموارد المائية والتنمية في المملكة العربية السعودية (مجلة الخليج العربي المجلد الرابع عشر العددان ٣ — ٤ (١٩٨٢) جامعة البصرة .

(٢) ج . ج لوريمر : (١٩٠٨ — دندي — بريطانيا) دليل الخليج العربي — القسم الجغرافي — الجزء الثاني (ترجمة قسم الترجمة بمكتب أمير دولة قطر) — الدوحة (مطابع علي بن علي بالدوحة) .

(٣) حسين حمزة بندقجي : الخريطة الجغرافية للملكة العربية السعودية — اكسفورد — (١٩٨٤م) .

(٤) حمد الجاسر : المعجم الجغرافي للبلاد العربية السعودية — المنطقة الشرقية القسم أ — ج منشورات اليمامة الرياض (١٣٩٩هـ) .

(٥) صبحي يوسف عيد : الجغرافيا الزراعية لواحات الأحساء — رسالة دكتوراه غير منشورة — جامعة القاهرة — عام ١٩٧٩م .

(٦) عبدالباسط الخطيب : سبع سنابل خضر — الطبعة الثانية — دار الاصفهاني بجدة (١٩٨٠م) .

(٧) عبدالرحمن صادق الشريف : جغرافيا المملكة العربية السعودية — دار المريخ الرياض (١٤٠٣هـ) .

(٨) الغرفة التجارية الصناعية : سلسلة بحوث الغرفة — محرم ١٤٠٤هـ (الرياض) .

(٩) محمد عرابي نخلة : تاريخ الأحساء السياسي — ذات السلاسل — الكويت (١٤٠٠هـ) .

(١٠) المجلة الزراعية — العدد ٤ — مجلد ١٠ — ١٣٩٩/ ١٤٠٠هـ (الرياض) .

(١١) المجلة الزراعية — العدد ٣ مجلد ١١ — ١٤٠٠/ ١٤٠١هـ (الرياض) .

(١٢) مجلة القافلة (ارامكو) — العدد ٧ — مجلد ٣٣ — مارس (آذار)/ أبريل (نيسان) ١٩٨٥م — الظهران.

(١٣) مجلة الواحة الزراعية العدد ١، ٢ عام ١٤٠٤هـ تصدر عن هيئة إدارة وتشغيل مشروع الري والصرف بالأحساء (الهفوف).

(١٤) مصطفى نوري عثمان : الماء ومسيرة التنمية في المملكة العربية السعودية — مطبوعات تهامة (١٩٨٣م) (١٤٠٤هـ).

(١٥) هيئة مشروع الري والصرف بالأحساء : خريطة المشروع بمقياس ١/ : ١٠٠٠٠ — إعداد واكوتي.

(١٦) هيئة إدارة وتشغيل مشروع الري والصرف بالأحساء : نتائج الحصر الزراعي الشامل لجميع أراضي المشروع الهفوف (١٤٠٠هـ).

(١٧) وزارة البترول والثروة المعدنية : خرائط بمقياس ١ : ٥٠٠٠٠ لوحات (١٢ — ٤٩٢٥)، (١٣ — ٤٩٢٥)، (٢١ — ٤٩٢٥)، (٢٤ — ٤٩٢٥) طبعة عام ١٤٠٣هـ — المساحة الجوية بالرياض.

(١٨) وزارة الزراعة والمياه : أطلس المياه — المملكة العربية السعودية الرياض ١٤٠٥هـ.

(١٩) وزارة الزراعة والمياه — مديرية الزراعة بالمنطقة الشرقية — تقرير عام ١٤٠٣هـ.

(٢٠) وزارة الزراعة والمياه — مديرية الزراعة بالمنطقة الشرقية — تقرير عام ١٤٠٤هـ.

(٢١) وزارة الزراعة والمياه — مشروع حجز الرمال بالمنطقة الشرقية : التقرير السنوي لعام ١٤٠٥هـ — مطابع الحسيني بالهفوف مارس (آذار) ١٩٨٥م.

(٢٢) وزارة الزراعة والمياه — هيئة إدارة وتشغيل مشروع الري والصرف بالأحساء — مطابع الجواد (١٤٠٤هـ).

(٢٣) وزارة الشئون البلدية والقروية — المنطقة الشرقية : التقرير السنوي لعام ١٤٠٣هـ مطابع الطليعة بالدمام.

ثانياً : مراجع باللغة الإنجليزية :

(24) Fayez A. Tayeb : The role of Ground Water in the Irrigation and Drainage of the AL HASSA of Eastern Saudi Arabia; Jeddah (1403).

(25) HOFUF Agricultural Research Center (H.A.R.C.) Publication Nº 15 AL HASSA OASIS) HOFUF (1976).

(26) H.A.R.C. : Publ. Nº 22 (Water Resources of the AL HASSA OASIS), HOFUF (1978).

(27) H.A.R.C. : Publ. Nº 23 (Investigations on the Hydrogeology and water resources of the Oasis of AL HASSA; HOFUF (1978).

(28) H.A.R.C. : Publ. Nº 26 (Agrometeorology of AL HASSA OASIS), HOFUF (1978).

(29) H.A.R.C., (Dr B. VON) : Publ. Nº 38 (the water potential of the AL HASSA OASIS) Braunschweir (1979)

(30) H. Hotzl, V. J. Zotl : Geologic History of the AL HASSA Area since the Pliocene. From; Quaternary Period in Saudi Arabia Edited by : saad Al Sayari and Josef G. Zotl New York (1978).

(31) Italconsult (Rome 1969) : Water and Agricultural Development Studies for Area IV, Final Report. (Kingdom of Saudi Arabia).

(32) Meteorological office (LONDON) : A Course in Elementary Meteorolgy; LONDON (1969).

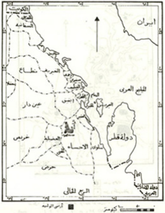
(33) Mansure Aba Husayn & Antoine H. Sayegh; (1975) Mineralogy of Al Hasa Desert Soils, Saudi Arabia (clays and clay Minerals, Vol. 25, PP 138 - 147 (1977) great Britain)

(34) P. W. Powers, L.f. Ramerez, C.D Redmond amd E. L. Elberg 0 Geology of the Arabian Peninsula; Sedimentary (U.S.A Printing office, Washington - 1966).

(35) Saleh Halwan Humaindan :
Policies and Management Guidlines for Optimun Resource utilization at Al-Hasa Irrigation and Drainage {roject (ph. D) OKLAHOMA UNIV. (1980).

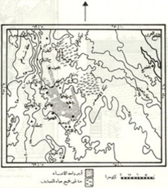
(36) WAKUTI : Studies for the project of Improving Irrigation & Drainage in AL HASSA Volume 2 Part I (Study on Present condition) Westf Lohrstrass 15 West Germany.

(37) WAKUTI (1964) : Studies for the Project of Improving Irrigation and Drainage in the region of AL HASSA Volume 3 (Soil Study) Westf Lohrstrass 15, west germany.


الكويت
ايران
الخليج العربي
دولة قطر
عين دار
خريص
حرض
الأحساء
الربع الخالي
دولة الامارات العربية
أراضي الواحة
١٠٠ كيلومتر

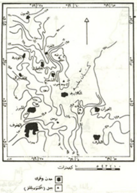
شكل (١) موقع امارة الأحساء بين امارات المنطقة الشرقية

المصدر : حسين حمزة بندقجي : أطلس المملكة العربية السعودية (اكسفورد ١٩٧٨م)


الخليج العربي
أراضي واحة الأحساء
مناطق تجمع مياه الصرف
مدن (مراكز الحكومات)
كيلومترا

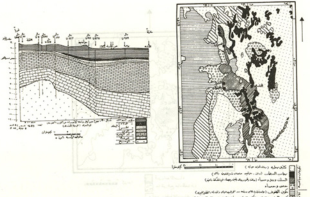
شكل (٢) طبوغرافية الأرض من حول واحة الأحساء

المصدر : لوحات الأحساء ١/٢٥٠٠٠٠ بمقياس وزارة البترول والثروة المعدنية
عام ١٤٠٢ هـ (بتصرف)


كيلومترات
مدن وقرى
عين (ارتوازية)

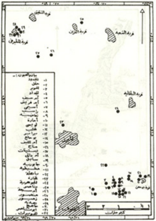
شكل (٣) طبوغرافية واحة الأحساء

المصدر: H.A.R.C., publ. NO. 36, p. 13, Fig 3-1.

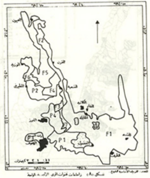

كيلومترا
كثبان رملية
رواسب السبخات
السلت ورمل وحصباء
حصى وحصباء
تكوين الهفوف
تكوين الدمام

شكل (٤) جيولوجية واحة الأحساء

المصدر: U.S. Geological Survey, Map 1-208 A.



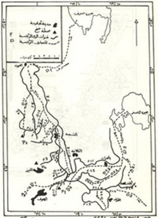
شكل (٦) عيون واحة الأحساء الرئيسية



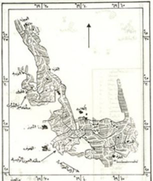
المصدر: الخريطة الأساسية للمشروع

شكل (٨) [illegible] قنوات الري الرئيسية [illegible]

ملاحظة: [illegible]

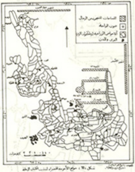


شكل (٧) القنوات الرئيسية والمصارف بواحة الأحساء


المطيرفي
القرين
الجفر
الهفوف
مسطحة العيون الرئيسية
الجشة
العيون

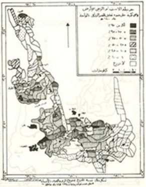
شكل (٩) الشبكة التفصيلية لقنوات الري الأساسية بالأحساء

المصدر: الخريطة الأساسية بمقياس ١ : ...٠٠ (إيد. وكوك)


المساحات المتضررة من الرمال
عيون الواحة
الأحواض الزراعية
القرى والمدن
الهفوف
كيلومترات

شكل (١١) : مواقع الأحزمة الخضراء لتثبيت الكثبان الرملية بواحة الأحساء

ملاحظة : تقسيمات أرض الواحة الزراعية حسب أحواض القنوات الفرعية (الزمام)


أكثر من ٩٥٪
٩٥ - ٧٥٪
٧٥ - ٥٠٪
٥٠ - ٢٥٪
٢٥ - ١٠٪
١٠ - ١٪
لا تزرع
كيلومترات

شكل (١٠) نسبة الأراضي المزروعة